



**Celdas de Hidrógeno:**

**Impacto de la implementación de estaciones de combustible de Hidrógeno frente a las  
ventas de estos vehículos**

**Autores:**

Pablo Fuentes Álzate

Samuel Acosta Arboleda

Administración de Empresas

COLEGIO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ADMINISTRACIÓN

Bogotá

2020

**Celdas de Hidrógeno:**

**Impacto de la implementación de estaciones de combustible de Hidrógeno frente a las  
ventas de estos vehículos**

**Autores:**

Pablo Fuentes Álzate

Samuel Acosta Arboleda

**Director:**

Jorge Alejandro Mejía González

Administración de Empresas

COLEGIO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ADMINISTRACIÓN

Bogotá

2020

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Resumen .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Estado del arte.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1. Problemática Global y Local.....</b>	<b>16</b>
<b>3. Metodología .....</b>	<b>19</b>
<b>4. Funcionamiento y Rol de la Tecnología de Celdas de Hidrógeno en el Sector Automotriz .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1. Tecnología de Hidrógeno.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1.1. Generación de Hidrógeno Verde .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1.2. Cadena de suministro del hidrógeno .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1.3. Adopción de la tecnología de hidrógeno a futuro .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2. Celdas de hidrógeno .....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.1. ¿Qué Son y Cómo Funcionan?.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.2. Ventajas y desventajas de las celdas de hidrógeno.....</b>	<b>32</b>
<b>4.3. Compañías pioneras de las celdas de hidrógeno .....</b>	<b>35</b>
<b>5. Modelos de implementación de redes de autoabastecimiento de hidrógeno usados por otros Gobiernos .....</b>	<b>38</b>
<b>5.1. Modelo REPAC .....</b>	<b>38</b>
<b>5.2. Modelo MARKAL .....</b>	<b>46</b>
<b>5.3. Modelo Clúster .....</b>	<b>49</b>
<b>6. Perspectivas de los principales grupos de interés frente a la adopción de las celdas de hidrógeno en Colombia.....</b>	<b>57</b>
<b>6.1. Perspectivas del Gobierno .....</b>	<b>57</b>
<b>6.2. Perspectivas del sector de Energético .....</b>	<b>61</b>
<b>6.3. Perspectivas del Sector Automotriz .....</b>	<b>66</b>
<b>6.4. Percepción de los Usuarios Finales .....</b>	<b>71</b>
<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>74</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procesos de Generación de Hidrógeno. Copyright 2019 por Mckinsey and Co - Ministerio de Ambiente Chile.....	23
Figura 2. Proceso de Electrólisis. Realizado por el autor. ....	24
Figura 3. Demanda global de energía suministrada con hidrógeno, PWh. Copyright 2019 por Mckinsey and Co - Ministerio de Ambiente Chile .....	30
Figura 4. Funcionamiento de la Celda de Hidrógeno. Copyright 2020 por BMW. ....	32

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. - Nm <sup>3</sup> /h=Metros cúbicos normales por hora. Copyright 2019 por ERIA. ....	27
---	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: ENTREVISTA A MARIA FERNANDA SUAREZ – EX MINISTRA MINAS Y ENERGÍA .....	86
ANEXO 2: ENTREVISTA A CARLOS ORTIZ – DIGITAL PLATINION IT TRANSFORMATION SENIOR MANAGER EN BOSTON CONSULTING GROUP (ENERGY INDUSTRY) .....	98
ANEXO 3: ENTREVISTA A: PAOLA RINCÓN - MANAGEMENT CONSULTING MANAGER (ENERGY INDUSTRY) EN ACCENTURE .....	107
ANEXO 4: ENTREVISTA A ANDRÉS FUSE – GERENTE GENERAL DE AUTOGERMANA	113
ANEXO 5: ENTREVISTA A MAURICIO HERNÁNDEZ - VICEPRESIDENTE INCHCAPE (LAND ROVER, SUBARU, JAGUAR Y DFSK) .....	125
ANEXO 6: ENCUESTAS A USUARIOS FINALES .....	135

## Resumen

El presente estudio busca explorar cómo un país como Colombia puede tomar acciones para impulsar la venta de vehículos de celdas de hidrógeno a través de la creación de una red de puntos de autoabastecimiento de este combustible, con el propósito de mitigar la contaminación medioambiental causada por esta misma industria. Inicialmente, se realizaron diferentes entrevistas con expertos de los sectores de Energía, Automotriz y Gobierno, para conocer su perspectiva frente a esta y poder validar si la creación de una red de estaciones de carga termina siendo un factor determinante para el desarrollo de la tecnología y, además, si dicha infraestructura puede potenciar la demanda de vehículos con celdas de hidrógeno. Además, se examinaron los principales modelos de implementación para la tecnología de hidrógeno, los cuales han sido ampliamente reconocidos en diferentes países dado que incluyen las diferentes condiciones geográficas, las características económicas y el desarrollo de políticas ambientales de cada mercado y país. Luego, se realizaron 285 encuestas, las cuales permitieron valorar si los consumidores estaban dispuestos a adquirir vehículos impulsados a través de dicha tecnología. Con base en los resultados obtenidos, se encontró que Colombia solo estaría preparado para realizar una transición a este tipo de tecnología si los grupos de interés trabajan en conjunto y si efectivamente se desarrolla una infraestructura de recarga, la cual debe estar acompañada de diversos incentivos económicos.

## 1. Introducción

Como consecuencia del cambio climático, se decide indagar sobre nuevas soluciones con el fin de disminuir los altos niveles de contaminación que sufren las principales ciudades del país. Dentro de dichas soluciones, se decide ahondar sobre la tendencia actual relacionada con el uso de hidrógeno en la industria automotriz. Usualmente, los vehículos de hidrógeno funcionan a través de las celdas de hidrogeno y de un motor eléctrico, el cual se enciende como resultado de la energía eléctrica producida a partir de la reacción química llamada “electrólisis inversa”, la cual es ocasionada al mezclar hidrógeno con oxígeno. Actualmente, esta nueva tecnología ya se encuentra catalogada como la fuente de energía del futuro puesto que el hidrógeno es el elemento más abundante del planeta y sus átomos se encuentran en sustancias básicas como el agua (potable y no potable), hidrocarburos, metanol y etanol. Adicionalmente, pese a que los vehículos eléctricos convencionales requieren cerca de 30 minutos de carga para poder andar, los automóviles de hidrógeno cuentan con un tiempo de recarga inferior a los 6 minutos, lo cual representa una reducción considerable en el tiempo de recarga. También, según Honda, estos vehículos cuentan con una autonomía superior de hasta 600 kilómetros de recorrido, frente a los 450 kilómetros que posee en promedio un vehículo eléctrico. A su vez, Axel Rücker, Program Manager Hydrogen Fuel Cell en BMW, pronóstica que a largo plazo el consumo económico de estos carros será de aproximadamente ocho veces menos que el de los autos eléctricos, lo que hace aún más llamativa esta nueva tendencia para los usuarios.

En cuanto a la situación a investigar, el presente trabajo busca explorar cómo un país como Colombia puede tomar acciones para impulsar la venta de vehículos de celdas de hidrógeno a través de la creación de una red de puntos de autoabastecimiento de este combustible, con el propósito de mitigar la contaminación medioambiental causada por esta misma industria. El desarrollo de esta investigación es relevante debido al alto número de emergencias sanitarias por mala calidad del aire en las diferentes ciudades de Colombia. Del



mismo modo, como se resaltó anteriormente, la tecnología de celdas de hidrógeno permite reducir significativamente las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), mejorando así la calidad del aire y garantizando un suministro de energía limpia que apoya el crecimiento sostenible a nivel económico. Los datos fueron recolectados a través de encuestas de carácter exploratorio, con características cualitativas y cuantitativas, con el fin de analizar el tamaño de mercado, las barreras y motivaciones de los consumidores colombianos y medir así una posible demanda. Finalmente, los resultados que se obtuvieron fueron datos reales sobre los consumidores y sobre los factores necesarios para introducir la tecnología de celdas de hidrógeno a Colombia. A su vez, dichos resultados permitieron argumentar, a través de una serie de entrevistas con expertos, una correlación positiva entre la infraestructura de abastecimiento y el crecimiento de las ventas de vehículos de esta tecnología.

Por otro lado, realizar el estudio para la implementación de la tecnología de celdas de hidrógeno, como fuente de generación de energía eléctrica sostenible y limpia, es de suma importancia para el país debido al impacto positivo que esta aporta en los ámbitos económicos, sociales y ambientales. Como se mencionó anteriormente, esta tecnología involucra el hidrógeno, el cual es uno de los elementos químicos más abundantes del planeta tierra. Además, el desconocimiento de este elemento ha generado insuficiencias importantes al hablar de fuentes de energía limpias y renovables, ya que muchos desconocen las propiedades y las ventajas que el hidrógeno posee y se limitan a tecnologías eléctricas e híbridas existentes. Lo anterior se puede reconocer como el aporte teórico que este estudio traería a un país que no se encuentra a la vanguardia de las nuevas tecnologías de energía renovables.

Por su parte, el aporte metodológico de este estudio se encuentra enfocado en el entendimiento de esta tendencia y en el correcto estudio para la implementación de esta tecnología en un país como Colombia. Para esto fue necesario analizar el papel de los diferentes entes que participan en este proceso: Gobierno como organismo de regulación y promoción;

empresas del sector energía, con el rol de promulgar la problemática ambiental y promover la infraestructura alrededor de nuevas tecnologías sostenibles; las empresas del sector automotriz, cuya misión es fabricar o importar los vehículos cero emisiones que estén alineados con dichas tecnologías sostenibles; y futuros usuarios, como receptores y consumidores de estas nuevas tecnologías sostenibles. Como resultado de lo mencionado anteriormente, se logró delimitar el tema a un país como Colombia y se pudo entender que la forma de implementarlo, a pesar de los antecedentes europeos, es muy diferente y conlleva más esfuerzos porque es un país que apenas está generando una infraestructura en torno al tema de energías renovables. Una infraestructura que además puede causar un impacto determinante para despertar el interés del consumidor.

Finalmente, el aporte práctico está enfocado en las ventajas y en los beneficios que la sociedad en general tendría con esta nueva tecnología. Estas ventajas corresponden, por ejemplo, menos emisión de gases perjudiciales para el medio ambiente, mayores ahorros económicos a largo plazo debido a que el consumo de los carros a base de hidrógeno es bajo, menos impuestos y mayores beneficios de salud para todos los colombianos.

Con respecto a los objetivos y a la hipótesis, se establecieron tres objetivos principales, los cuales serán desarrollados en tres capítulos diferentes. El primer objetivo es determinar el funcionamiento y el rol de la tecnología de celdas de hidrógeno dentro del mercado automotriz. El segundo objetivo es identificar los modelos de creación de redes de autoabastecimiento de hidrógeno que los países alrededor del mundo han implementado para evaluar el impacto sobre la venta de estos vehículos. Por último, el tercer objetivo es validar las percepciones de los principales grupos de interés (Gobierno, empresas del sector de energía, empresas del sector automotriz y consumidores finales) frente a la adopción de la tecnología de celdas de hidrógeno. Partiendo de los objetivos mencionados anteriormente, se establece como hipótesis que la creación de una red de puntos de abastecimiento de combustible de hidrógeno si tendrá un

impacto positivo sobre la venta de vehículos que cuentan con esta tecnología. Esto teniendo en cuenta que los consumidores o usuarios de automóviles, al ver que existe una infraestructura adecuada para estos vehículos, podrán familiarizarse con esta tecnología y a su vez contemplar el escenario de adquirir uno de estos automóviles. Asimismo, esto se traduce en la solución al problema mencionado del “huevo y la gallina” el cual hace una referencia clara a que, si los usuarios no tienen la facilidad de ponerle combustible a su vehículo de hidrógeno, difícilmente van a adquirir uno.

Finalmente, cabe resaltar que el producto final obtenido con base en los resultados de este trabajo fue encontrar que las estaciones de recarga o de abastecimiento son es un factor determinante para que los usuarios decidan adquirir este tipo de vehículos y que dicha infraestructura debe ir acompañada de diversos incentivos económicos para que las personas si hagan efectiva la transición a los vehículos de celdas de hidrógeno.

## 2. Estado del arte

Antes de introducir el primer capítulo, cabe resaltar que tipo de variables se utilizaron con el fin de tener claridad sobre qué es lo que se analizó a lo largo de esta investigación. Para analizar la problemática internacional y local se planteó una serie de posibles variables que permitirán solucionar dicho problema de una forma eficiente.

Las variables son las siguientes: 1) La red de autoabastecimiento de hidrógeno (variable dependiente), 2) La tecnología de energía renovable conocida como celdas de hidrógeno (variable independiente). Así mismo, se definió, como tercera variable secundaria, al gobierno ya que es una figura importante que se debe tener en cuenta al momento de construir una red de estaciones de servicio.

La primera variable es la red de autoabastecimiento la cual es definida como serie de estaciones de servicio que “apuntan a suministrar una flota de automóviles impulsados por hidrógeno. La estación puede recargar de 30-40 vehículos por día en menos de 5 min cada uno. El hidrógeno sin carbono, de la estación, se produce por electrólisis” (No author, Air Liquide installs first public hydrogen station in Belgium, 2016).

Por otro lado, para crear una red de estaciones de servicio, según Dagdougui en 2012, se debe tener en cuenta “el rango del vehículo para determinar la ubicación y el número de estaciones de servicio”. Así mismo, según el mismo autor en 2012 en su texto académico de Models, methods and approaches for the planning and design of the future hydrogen supply chain, otros temas a tener en cuenta son: “la aplicación, la cantidad de hidrógeno a transportar, la densidad de la demanda y la distancia desde el sitio de producción hasta los puntos de entrega”.

Finalmente, se habla que las estaciones de servicio deberían “acomodar factores de utilización muy bajos para garantizar un cierto nivel de comodidad a los primeros usuarios, que

pueden no querer conducir más de un cierto kilometraje para llegar a la estación más cercana” (Agnolucci y McDowall, 2013, en *Designing future hydrogen infrastructure: Insights from analysis at different spatial scales*).

La segunda variable, como ya se mencionó anteriormente, es la tecnología de energía renovable conocida como celdas de hidrógeno. Según Edwards, Kuznetsov, David y Brandon en 2008,

“El hidrógeno y las pilas de combustible son ahora ampliamente considerados como una de las soluciones energéticas claves para el siglo XXI. Estas tecnologías contribuirán significativamente a reducir el impacto medioambiental, mejorar la seguridad energética (y la diversidad) y crear nuevas industrias energéticas. El hidrógeno y las pilas de combustible se pueden utilizar en el transporte, la generación distribuida de calor y energía, y los sistemas de almacenamiento de energía.”

Por otro lado, con respecto a la industria automotriz, según el Departamento de Energía de los Estados Unidos en 2017, “Las pilas de combustible son similares a las baterías, ya que producen electricidad sin combustión ni emisiones. A diferencia de las baterías, las pilas de combustible no se agotan ni necesitan recargarse, siempre que haya una fuente constante de combustible y oxígeno.” Finalmente, de acuerdo con Granovskii, Dincer y Rosen en 2006, hay “tres tecnologías para la producción de hidrógeno: la producción tradicional de hidrógeno mediante la reforma del gas natural y el uso de dos tecnologías renovables (generación de electricidad eólica y solar) para producir hidrógeno a través de la electrólisis del agua.”

El Gobierno es definido como “los responsables de la formulación de políticas” con el fin de “aumentar la familiaridad y el interés en los vehículos eléctricos y con celdas de hidrógeno.” (Bailey, Miele y Axsen, 2015) Por otro lado, el Gobierno, de acuerdo con Walwyn, Bertoldi y

Gable en 2019, es aquel que “transforma sus sistemas sociotécnicos existentes y actúa para apoyar un sistema de innovación tecnológica”.

Del mismo modo, siguiendo lo dicho por Harrison y Thiel en 2015, se sugiere que el gobierno debería estar a cargo de la “formulación de políticas para encontrar el equilibrio y el calendario adecuado de las medidas dirigidas a la transición hacia vehículos alternativos con bajas emisiones de carbono”. Así mismo, el gobierno debería realizar una investigación “para la planificación de infraestructuras y el desarrollo de políticas para las autoridades locales y nacionales, y para conseguir información útil sobre marketing a los fabricantes de automóviles” (Campbell, Ryley y Thring, 2012). Finalmente, partiendo de lo dicho por Walwyn, Bertoldi y Gable en 2019, se concluye que “la economía del hidrógeno todavía está en un nivel precompetitivo y requiere el apoyo continuo del Gobierno para garantizar que se realiza una transición energética.”

Tal como se plantea en el artículo *Economic and Environmental Prospects for Battery Electric- and Fuel Cell Vehicles: A Review*, globalmente existe una tendencia clara sobre el desarrollo y la implementación de vehículos eléctricos (EV) en diferentes países (Ajanovic y Hass, 2019). Tendencia que se traduce en un aumento considerable tanto en su oferta como en su demanda, gracias al factor positivo de contribución a los diferentes problemas ambientales que están presentes en la actualidad. Mediante estos vehículos se espera reducir considerablemente la emisión de gases nocivos para la capa de ozono, esto principalmente por medio de nuevas tecnologías no solo de autos eléctricos si no también, de carros con celdas de hidrógeno (también llamada pila de combustible FCV).

Ajanovic y Haas, autores de este artículo, gracias a su estudio explican que para ambas tecnologías existen ciertas ventajas y desventajas, y concluyen que para ambos casos es importante conocer la procedencia de la energía con la que se están alimentando ambos tipos de vehículos. Esto con el propósito de generar el mayor impacto sostenible posible. Para el caso

de los vehículos eléctricos es necesario entender qué energía se está utilizando para cargar dicha batería, y en el caso de las pilas de combustible FCV, es prudente que el proceso de extracción del hidrógeno use fuentes de energía renovables (Ajanovic y Haas, 2019). Este artículo evidencia una clara explicación de aquellas perspectivas económicas y ambientales que se deben contemplar al momento de analizar vehículos eléctricos y de celdas de hidrógeno.

El hidrógeno ha sido una alternativa bastante atractiva no solo como mecanismo de generación de energía limpia, sino también como alternativa para mejorar la eficiencia del motor de combustión corriente, así lo explican Vinoth, Vasudevan y Subramani en su investigación llamada Internal combustion engine efficiency enhancer by using hydrogen en el 2020.

En esta, se profundiza el funcionamiento del motor de combustión versus la celda de hidrógeno, esto con el fin de incentivar un proceso de evolución a esta tecnología que puede reducir de forma considerable la quema de gas y combustibles fósiles. Se menciona también que los costos del uso de hidrógeno resultan ser más bajos, lo que representa una ventaja significativa si se analiza el factor económico de los usuarios. Esto debido a que la gasolina y el combustible Diesel se encuentran a un costo alto y sobre todo creciente en el tiempo.

Como resultado de esta investigación los autores resaltan y describen el uso del hidrógeno como una solución al proceso de emisión de gases por consecuencia de los motores regulares. Asimismo, se concluye que el hidrógeno es una gran alternativa que a un bajo costo es capaz de suplir el proceso de generación de energía instalado dentro de un automóvil. Otro factor atractivo del hidrógeno es “que también se puede utilizar como medio de almacenamiento para la electricidad generada a partir de recursos renovables intermitentes, como la energía solar, eólica, de las olas y de las mareas” (Hydrogen and fuel cells: Towards a sustainable energy future; Edwards, Kuznetsov, David y Brandon, 2008, p. 4357). Del mismo modo, es importante comprender que

“las opciones actuales para transportar y distribuir hidrógeno incluyen gas comprimido (200 bar) en cilindros de tubos, tanques de hidrógeno líquido y algunos ejemplos de redes locales de tuberías de hidrógeno. Todas estas opciones contribuyen significativamente al costo del hidrógeno para los usuarios finales y, en algunos casos, la producción descentralizada de hidrógeno local mediante reformado de metano o electrólisis del agua será económicamente viable” (Hydrogen and fuel cells: Towards a sustainable energy future; Edwards, Kuznetsov, David y Brandon, 2008, p.4357).

Lo anterior reafirma las diferentes posibilidades para almacenar el hidrógeno, lo cual genera bajos costos de adquisición para los consumidores finales.

## **2.1. Problemática Global y Local**

Actualmente existe una gran preocupación mundial por el cambio climático. Esta preocupación está relacionada con el impacto derivado de las emisiones de gases de efecto invernadero (Campbell, Ryley y Thring, 2012, p.1318). Muchos países alrededor del mundo están en la tarea de generar políticas internas para el control y reducción del nocivo impacto que pueden generar este tipo de gases en la capa de ozono, que asimismo puede afectar directamente la salud de las personas.

A nivel global los vehículos convencionales impulsados por un motor a base hidrocarburos (Gasolina o diesel) representan el tercer componente con más emisiones de carbono (CO<sub>2</sub>) internacionalmente. Adicionalmente, la industria automotriz en todo el mundo representa el 50% del consumo de petróleo generado diariamente (Campbell, Ryley y Thring, 2012, p. 1318).

Enfocándonos en la problemática a nivel local, encontramos que la contaminación atmosférica en Colombia se encuentra en un estado crítico y es una de las preocupaciones más grandes que tiene el país en cuanto a medio ambiente. Para 2019, en Colombia, según el Instituto



Nacional de Salud, 15.681 personas fallecieron a causa de problemas respiratorios resultantes de dicha situación. Esto evidencia el problema que sufren las grandes ciudades, como Bogotá, Medellín o Cali, el cual se basa en una fuerte emisión de diferentes fuentes de contaminación que terminan acabando en la capa de ozono, en el medio ambiente y en la salud humana.

Podemos ver grandes similitudes con respecto a la situación global, pues en Colombia, los grandes contribuyentes a este problema son las diferentes industrias, los hogares y en su gran mayoría los automóviles que funcionan a base de hidrocarburos los cuales hacen parte de las fuentes primarias de contaminación en el país por la alta emisión de gases que estos generan diariamente (Ministerio de Ambiente, 2019).

De acuerdo con el estudio de la Universidad de Antioquia sobre los factores de emisión reales de vehículos livianos y motocicletas, se concluye que aquellos automóviles pertenecientes a años anteriores de 2010 contaminan 40% más que los autos nuevos. Así mismo, de acuerdo con la Secretaría de Ambiente de la ciudad de Bogotá, para 2019, el 79% de las emisiones de gases fueron realizada por fuentes móviles como lo son automóviles, transporte público y transporte de carga. Todo lo anterior es una muestra del impacto negativo que genera el sector automotriz en el medio ambiente y es por esta razón que se deben investigar diferentes tecnologías que logren mitigar esta compleja situación.

Como respuesta a dicha problemática, el Gobierno colombiano planteó, junto con la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), el Plan Energético Nacional con el fin de transformar la canasta energética del país. Este plan propone como meta que para 2030, Colombia cuente con cerca de 600 mil vehículos eléctricos, los cuales estarán cobijados bajo una política económica que incluye: “Impuestos vehiculares no podrán superar el 1% del valor comercial del vehículo, 5% IVA para transporte individual y 0% IVA para transporte masivo, 10% de descuento las primas del SOAT, descuentos en la revisión técnico-mecánica y que todo

vehículo eléctrico sea exento de medidas de restricción a la circulación vehicular en cualquier ciudad”(Min. Energía, 2020). Del mismo modo, el Ministerio de Minas y de Energía concluye que una de las metas principales es poder reducir en 20% las emisiones de gases de efecto invernadero para 2030.

Con respecto al sector automotriz en Colombia, actualmente, según un informe generado por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) y la Federación Nacional de Comerciantes (Fenalco), para el 2020 se espera que la industria crezca en un 6,3%, lo cual implicaría el ingreso de 280.000 vehículos más al mercado. Así mismo según este informe, se observa que, en Colombia, el parque automotor pasó de 2.414.990 vehículos, en 2010, a 6.266.954 vehículos para el 2019. Dicha cifra representa una importante renovación del parque automotriz que beneficia y ayuda al medio ambiente puesto que el 60% de los vehículos apenas cuentan con menos de 10 años de uso y con mejores tecnologías de combustión, lo cual representa 80% menos de contaminación del aire.

Por otro lado, se observa una importante tendencia a la compra de vehículos eléctricos e híbridos ya que durante los últimos dos años el número de vehículos que cuentan con esta tecnología ha aumentado en 4.064 unidades. El número anterior cuenta con los vehículos de transporte público, los cuales han tenido una contribución importante dentro de la configuración de un parque automotor responsable con el medio ambiente.

### **3. Metodología**

Para finalizar este primer capítulo, es importante resaltar la metodología que se usará con el fin de resolver el problema y analizar de manera correcta las variables definidas. La presente investigación es de tipo exploratoria, esto debido a que en Colombia aún no existe dicha tecnología.

Por esta razón, se planteó un escenario hipotético en el que se evaluó si existe una correlación positiva o negativa de si el Gobierno, junto con la ayuda de otros grupos de interés, puede aumentar las ventas de vehículos de celdas de hidrógeno al crear una red de puntos de autoabastecimiento de este combustible. Sabiendo esto, se logró generar un primer diagnóstico que permitió conocer tanto la perspectiva actual de algunos potenciales consumidores, como la visión de diferentes expertos de los sectores de Energía, Automotriz y Gobierno frente a dicha tecnología. A través de diferentes entrevistas con estos expertos, se logró validar si la creación de una red de estaciones de carga termina siendo un factor determinante para el desarrollo de la tecnología y, además, si dicha infraestructura puede potenciar la demanda de vehículos con celdas de hidrógeno.

Con el fin de alcanzar lo anterior, la investigación se dividió en diferentes fases, lo cual permitió alcanzar las respuestas para los objetivos planteados. La primera fase correspondió a la definición de variables con el fin de corroborar que atributos y que restricciones tiene el consumidor con esta tecnología planteada. Las actividades relacionadas con esta primera fase fueron el análisis y la revisión de la literatura sobre modelos internacionales enfocados en el estudio de implementación de red de estaciones de hidrógeno y la construcción de una encuesta con metodología mixta (cualitativa y cuantitativa). Esta encuesta tuvo como fin conocer la opinión frente a la tecnología de celdas de hidrógeno y que tanto los expertos del sector automotriz, junto con algunas personas del común, conocen de dicha tecnología. A su vez, se definieron los parámetros de las posibles preguntas. (Ejem: responda de 1 a 5 qué factores lo motivarían a

adquirir este tipo de vehículos). Por último, se definió las variables a utilizar y se validó la estructura de la encuesta con el director.

La segunda fase de la investigación consistió en la realización de entrevistas a expertos tanto del sector automotriz, como del sector energético y del Gobierno de Colombia. Para el sector automotriz, se entrevistó a Andrés Fuse, gerente general de Autogermana y a Mauricio Hernández-Vega, vicepresidente de Inchcape (Land Rover – Jaguar) Colombia. Para el sector energético, se entrevistó a Paola Rincón, actual Management Consulting Manager para la industria energética en Accenture y a Carlos Ortiz, Digital, Platinion IT Transformation Senior Manager para la industria energética en Boston Consulting Group. Finalmente, la última entrevistada fue la ex ministra de minas y energía, María Fernanda Suarez, la cual representó la perspectiva del gobierno frente a esta tecnología. Así mismo, esta fase incluyó la ejecución de las encuestas a un total de 285 personas, pertenecientes a la ciudad de Bogotá, ubicadas en la localidades y estratos diferentes, con el fin de conocer los datos demográficos y así poder construir un perfil de un potencial consumidor. Se decidió este tipo de muestra ya que el tema no es muy conocido y usualmente las personas de la ciudad de Bogotá, no están completamente familiarizadas con este tipo de vehículos. Sin embargo, se observó que, en la ciudad de Bogotá, según Andemos, hay una tendencia actual por la compra de vehículos cero emisiones, los cuales están relacionados de cierta forma con la tecnología de celdas de hidrógeno. Dentro de las actividades relacionadas con la fase, se observan: Implementación de las variables seleccionadas en la fase 1 y ejecución de entrevistas y encuestas planteadas.

Continuando con el diseño metodológico, la tercera fase correspondió a recolectar y a analizar los resultados obtenidos a través de las encuestas. La idea de generar este tipo de análisis corresponde a centralizar los resultados de la muestra escogida e identificar tendencias. Finalmente, la última fase consistió en generar conclusiones y en definir las características, motivaciones e intereses del consumidor actual sobre el uso de esta tecnología. Además, se

identificó si existe una correlación positiva entre las variables y propuso alternativas adicionales para la correcta implementación de esta tecnología en Colombia.

## **4. Funcionamiento y Rol de la Tecnología de Celdas de Hidrógeno en el Sector Automotriz**

### **4.1. Tecnología de Hidrógeno**

Como se observó anteriormente, gobiernos alrededor del mundo han estudiado la implementación de diferentes tecnologías que puedan mitigar los problemas medio ambientales comentados anteriormente. En este capítulo se hablará específicamente del Hidrógeno como alternativa atractiva a los combustibles a base de carbono. Parte de su atractivo, es que este se puede producir a partir de diversos recursos, tanto renovables (hidroeléctrica, eólica, solar, biomasa) como no renovables (Carbón, gas natural y energía nuclear).

Adicionalmente, el hidrógeno se puede utilizar como sistema de generación de energía eléctrica de alta eficiencia, por medio de celdas de hidrógeno tanto para el transporte vehicular como para la generación de electricidad de hogares, pequeñas industrias e inclusive ciudades enteras (Edwards, Kuznetsov, David y Brandon, 2008, p. 4356).

#### **4.1.1. Generación de Hidrógeno Verde**

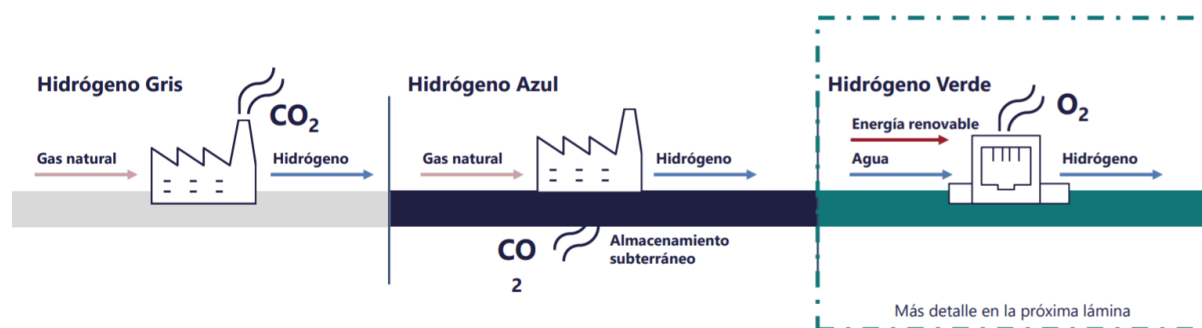
Según el Ministerio de Energía del Gobierno de Chile, el hidrógeno es el elemento químico más abundante en la Tierra y esto se debe a que muchos otros compuestos químicos incluyen este elemento dentro de su estructura. Es por esto mismo, que este se puede extraer o generar por medio de una gran variedad de técnicas dependiendo del tipo de energía que se le aplique al procedimiento.

El hidrógeno se puede obtener a partir del gas natural, lo cual se conoce como generación de “hidrógeno gris” y a partir del agua “hidrógeno verde”. También se puede encontrar el “hidrógeno azul” proveniente del mismo gas natural, pero con un proceso bajo en carbono mediante el método “captura y almacena” donde se busca, como su nombre lo indica, capturar y

almacenar bajo tierra los excesos de este carbono que se puedan generar en este proceso (National Geographic, 2019). Esto tres procesos son ven a continuación en la (Figura 1):

**Figura 1**

*Procesos de generación de hidrógeno*



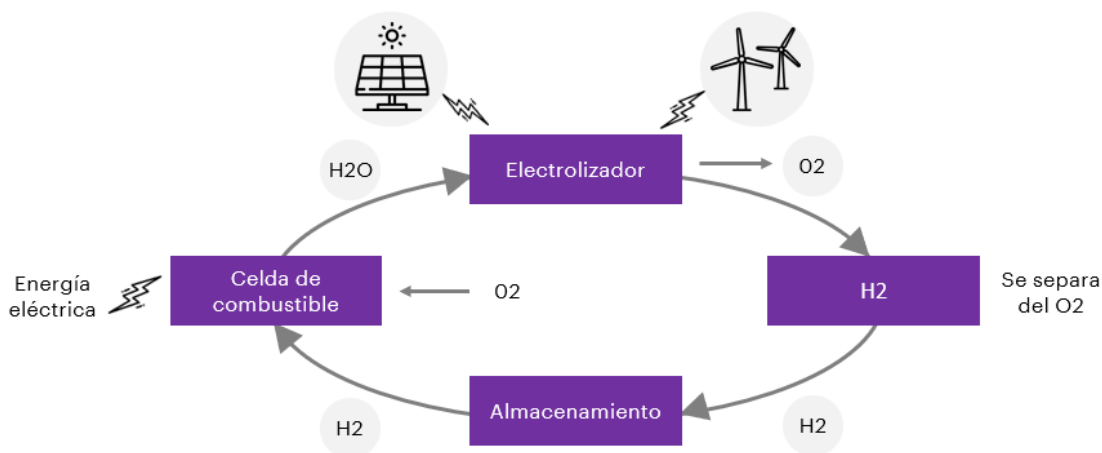
Nota: Copyright 2019 – Elaborado por Mckinsey and Co - Ministerio de Ambiente Chile.

Detallando el proceso de generación del hidrógeno verde, encontramos el método denominado "Electrólisis". Por medio de este, se puede generar un proceso completamente limpio, sin lugar a emisiones de carbono. Este consiste en la transformación de un elemento básico, como lo es el agua, la cual tiene una estructura química basada en moléculas de hidrógeno y oxígeno  $\text{H}_2\text{O}$ .

Una vez se tiene el agua, se procede a electrolizarla. Dicho procedimiento consiste en la aplicación de energía como, por ejemplo, energía solar, eólica o hidráulica con el propósito de llevarla a altas temperaturas, para así, poder separar las moléculas de oxígeno y únicamente conservar y almacenar las de hidrógeno (Figura 2). Para este proceso los costos tienden a ser mayores en comparación al proceso de generación del hidrógeno azul o gris (Edwards, Kuznetsov, David y Brandon, 2008, p. 4357).

**Figura 2**

### Proceso de Electrólisis



Nota: Elaboración propia.

Entendiendo estos procesos, es importante recordar que el hidrógeno a diferencia del carbón, el gas o el petróleo, no es una fuente de energía primaria. Sabiendo esto, este elemento juega más un papel de “portador o almacenador” de la energía que si es producida utilizando una de estas fuentes primarias.

En otras palabras, el hidrógeno es un mecanismo por el cual se puede almacenar y transportar la energía que se va a consumir en el futuro tanto para la industria automotriz, como también, para abastecer hogares y establecimientos de comercio. Este punto a favor soluciona el problema de intermitencia del suministro de energía que puede surgir en el caso puntual de las plantas de energías renovables (National Geographic, 2019).

Estas plantas, las cuales su cantidad de producción dependen directamente de factores climáticos, pueden enfrentar dos tipos de escenarios. El primero, se trata de que existan excedentes de energía que superen la demanda y por lo tanto no se consumen y se pierden,



este es el caso por ejemplo de una planta fotovoltaica la cual en las horas del mediodía tiende a producir mucha más energía que en las horas de la tarde o en las noches.

El segundo escenario se da cuando las plantas tienen un déficit de producción de energía, es decir, están produciendo menos energía que la que se está demandando, este es el caso por ejemplo de una planta hidroeléctrica durante un fenómeno del niño, donde la capacidad de su embalse está por debajo de lo usual y por lo tanto tenderá a producir menos energía. La tecnología del hidrógeno proporciona de esta forma un vínculo entre las tecnologías energéticas renovables con una economía energética sostenible. A este vínculo se le conoce como la “economía del hidrógeno” (Edwards , Kuznetsov , David y Brandon, 2008, p. 4357).

#### **4.1.2. Cadena de suministro del hidrógeno**

Otro aspecto muy relevante dentro del proceso de producción del hidrógeno corresponde a la cadena de suministro, almacenamiento y transporte a los diferentes puntos de venta o de recarga. Esta es considerada un aspecto muy relevante ya que según lo dicho en el artículo *Models, methods and approaches for the planning and design of the future hydrogen supply chain*, el desarrollo de infraestructuras para la producción y distribución de hidrógeno son necesarios para lograr la transición a una nueva economía energética y así satisfacer la demanda futura. A su vez, el desarrollo de dicha cadena de suministro termina siendo un tema muy costoso debido a que se requieren grandes inversiones en instalaciones, redes distribución y estaciones de recarga.

Siguiendo lo dicho por Dagdougui (2011), para poder analizar la optimización y el correcto desarrollo de la cadena de suministro es importante dividir dicha cadena en “nodos”. Estos nodos están relacionados con cada una de las etapas que componen la cadena de suministro. Para comenzar, se analizará el primer nodo, conocido como producción (p. 5319).

La producción de hidrógeno, como se mencionó anteriormente, puede ocurrir partiendo de una variedad de recursos, que se dividen en renovables y en no renovables. La escogencia de que método usar depende de factores como, el costo de los recursos, madurez de la tecnología y las ubicaciones de las plantas, entre otros. Asimismo, la producción de hidrógeno se puede realizar de una manera centralizada o descentralizada.

La manera centralizada permite que la producción de hidrógeno sea en grandes proporciones ya que se construye una planta, dedicada únicamente a la producción y al abastecimiento de las estaciones de recarga. El problema con dicha alternativa es que se debe construir una serie de redes de distribución. Mientras que la manera descentralizada conlleva a la producción de hidrógeno en diferentes plantas, las cuales son más pequeñas y su producción es mínima.

La idea con esta alternativa es generar el hidrógeno en diferentes puntos con el objetivo de reducir la inversión y los costos en redes distribución y en transporte. Del mismo modo, la producción de hidrógeno se puede hacer de manera líquida o de manera gaseosa. El hidrógeno líquido se puede transportar fácilmente a través de carrotanques mientras que el hidrógeno gaseoso se puede transportar mediante oleoductos o tuberías.

Con relación a los costos de producción, se utilizó uno de los capítulos del informe desarrollado por Economic Research Institute for ASEAN and East Asia (ERIA) en 2019, el cual muestra los principales supuestos claves utilizados para calcular los costos de producción a futuro de acuerdo con cada método de producción. De acuerdo con lo dicho en el capítulo 4 del informe de ERIA, los costos base de producción para 2017 de acuerdo con cada método se presentan en la siguiente tabla (Tabla 1):

**Tabla 1**

*Costos base estimados para la producción de hidrógeno*

Tecnología	Fuente de H <sup>2</sup>	Supuestos Claves	Fuente
Reformado con Vapor	Gas	Costo = \$2.000/Nm <sup>3</sup> /h (2017) Eficiencia = 64% (2017)	IEA
Gasificación a Carbón	Carbón	Costo = \$10.000/Nm <sup>3</sup> /h (2017) Eficiencia = 42% (2017)	AIST
Captura y Almacenamiento de Carbón	Carbón	Costo = \$70/Ton (2015) CO <sub>2</sub> valor = \$20/Ton (Esperado)	NCCS
Madera	Biomasa	Costo = \$5.222/Nm <sup>3</sup> /h (2017) Eficiencia = 44% (2017)	ERIA
Electrólisis	Energía Renovables	Costo = \$5.936/Nm <sup>3</sup> /h (2017) Eficiencia = 79% (2017)	EIA IEEJ

Nota: Nm<sup>3</sup>/h=Metros cúbicos normales por hora. Copyright 2019 – elaborado por ERIA.

La tabla anterior (Tabla 1) muestra, además del costo base de producción, la eficiencia que cada tecnología ha tenido para 2017 o 2015, la fuente de H<sup>2</sup> y la fuente de donde se encontró la información. Esta información termina siendo muy relevante dentro de la configuración de una cadena de valor ya que permite escoger de una manera práctica y sencilla, el mejor método y el más económico. Cabe mencionar que estos costos pertenecen a compañías en Asia, que poseen diferentes características económicas y diferentes cualidades productivas.

Partiendo de la información de dicha tabla, es posible concluir que uno de los mejores métodos para producir hidrógeno es la electrólisis ya que para 2017 tuvo la mejor tasa de eficiencia y a pesar de que el costo no es el más bajo, se espera que a futuro baje significativamente debido al cambio en la matriz energética de muchos países a energías renovables. Del mismo modo, partiendo de lo dicho por ERIA, se estima que los costos de producción también van a disminuir ya que la tecnología va a volverse más competitiva en términos de volumen y por dicha razón los procesos de producción van a verse afectados por importantes eficiencias.

El segundo nodo, y el último, que se va a analizar es el del transporte de hidrógeno. Este nodo está relacionado con la distribución y cómo la tecnología llega a manos de los usuarios finales a través de estaciones de recarga o puntos de venta. De acuerdo con lo dicho en el estudio académico *Models, methods and approaches for the planning and design of the future hydrogen supply chain*, el transporte y la distribución de hidrógeno dependen de “la cantidad que se va a transportar, la densidad de la demanda de hidrógeno y la distancia entre el punto de producción y los puntos de entrega del combustible” (Dagdougui, 2011, p. 5320). Partiendo de lo anterior, se concluye que el transporte se considera un tema difícil de abordar para esta tecnología ya que este depende de diferentes factores que son difíciles de predecir y que tener números claros sobre la demanda o el número de puntos de entrega es una tarea compleja.

Continuando con el análisis, una posible solución a dicho inconveniente sería construir un mapa o una hoja de ruta que solo tenga en cuenta una sola área de una ciudad o región. Dagdougui, en 2011, afirma que las hojas de ruta o mapas:

“Tienen como objetivo ayudar a identificar los objetivos estratégicos y las actividades clave necesarias para evaluar los costos y beneficios de una infraestructura de hidrógeno en un país. Las hojas de ruta para la economía del hidrógeno se implementan ampliamente en muchos países de todo el mundo y están adaptadas para permitir la previsión de la futura infraestructura de hidrógeno” (Dagdougui, 2011, p. 5320).

Con lo anterior, se puede concluir que la manera adecuada para plantear un sistema de distribución y transporte eficiente depende de que temas se van a priorizar y cómo se hará para cubrir dicha área con un número determinado de estaciones.

#### **4.1.3. Adopción de la tecnología de hidrógeno a futuro**

Para el año 2050 según el estudio *“Hydrogen and fuel cells: Towards a sustainable energy future”* se pronóstica que la demanda mundial de energía va a duplicarse o triplicarse. Es

poco probable que el suministro de petróleo y gas sea capaz de satisfacer este aumento en la demanda. Es así como el hidrógeno se considera en muchos países como la energía del futuro, ya que esta será parte fundamental de la transición energética mundial. La transición a la economía del hidrógeno tardará varias décadas, países como Estados Unidos, Japón, Canadá, y muchos otros más ya implementaron esta tecnología en sus planes para la reducción de la contaminación ambiental en estos países (p. 4357).

La Unión Europea por su lado, como explican los autores Edwards, Kuznetsov, David y Brandon han respaldado la implementación de la tecnología de hidrógeno con una inversión de 2.800 millones de euros en un periodo de 10 años. Holanda por su lado espera contar con una generación de 0.5 GW por electrolisis para el 2025 y 3-4 GW para el 2030 (Ministerio de Ambiente Chile, 2019).

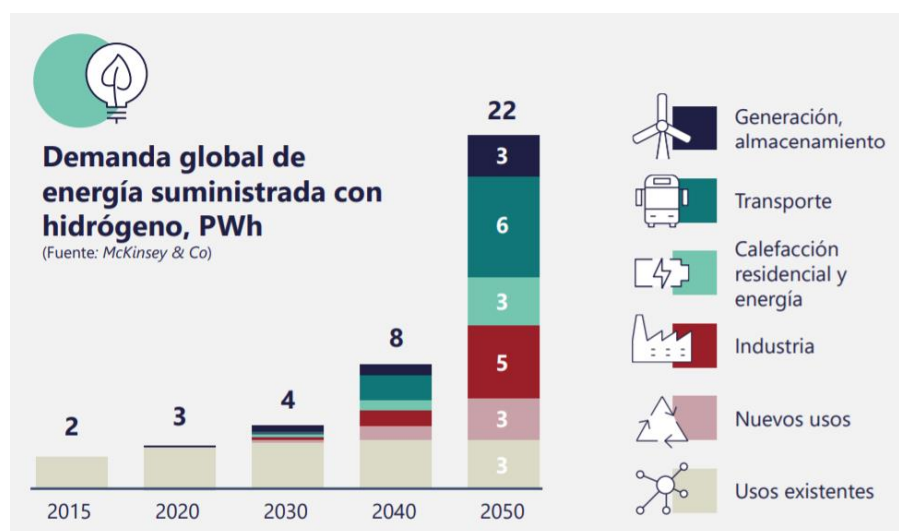
Alemania por su parte, ya cuenta con casi 100 estaciones de carga vehicular de hidrógeno y espera llegar a producir 5GW para 2030. En Corea el 20% de la demanda de energía del país se satisface por medio de hidrógeno verde, esto se traduce en 58.000 millones de dólares en ventas de este combustible y equipos. Japón espera para 2025 contar con 320 estaciones de hidrógeno y para 2030 tener una generación entre 15GW y 30GW capaces de alimentar 800.000 vehículos y 1200 autobuses. Actualmente los 18 países que representan el 70% del PIB global han involucrado el hidrógeno en sus planes de transición energética (Ministerio de Ambiente Chile, 2019).

Según McKinsey and Company, en conjunto con el Ministerio de Ambiente de Chile, en su estudio *"Hidrógeno Verde"*, se estima que la demanda de hidrógeno podría crecer hasta 10 veces para el 2050 (Figura 3), logrando así una demanda final satisfecha del 18%, una reducción de 6.000 toneladas de CO<sub>2</sub> anualmente y la creación de más de 30 millones de empleos a nivel global.

Asimismo, se espera que, por medio de una economía de escala, el costo del hidrógeno verde pueda caer 2/3 por reducción en el Capex para el 2030. Esta reducción en Capex consistiría en una disminución del 76% por escalamiento, curva de aprendizaje y mejoras de técnicas. Se espera también una mejora de eficiencia de 64% a 70%, resultado de un menor consumo eléctrico y una reducción del costo de las energías renovables.

**Figura 3**

*Demanda global de energía suministrada con hidrógeno*



Nota: PWh. Copyright 2019 – Elaborado por McKinsey and Co - Ministerio de Ambiente Chile

## 4.2. Celdas de hidrógeno

### 4.2.1. ¿Qué Son y Cómo Funcionan?

Como ya se ha mencionado, el sector automotriz es un sector importante para la mitigación de los gases de efecto invernadero. Los fabricantes de vehículos están reconociendo cada vez más su papel en el objetivo de descarbonizar la economía y reducir la dependencia del petróleo que se tiene actualmente. Las celdas de hidrógeno o también llamadas “pilas de combustible” están emergiendo como una tecnología alternativa líder a los motores de combustión, los cuales son altamente contaminantes.

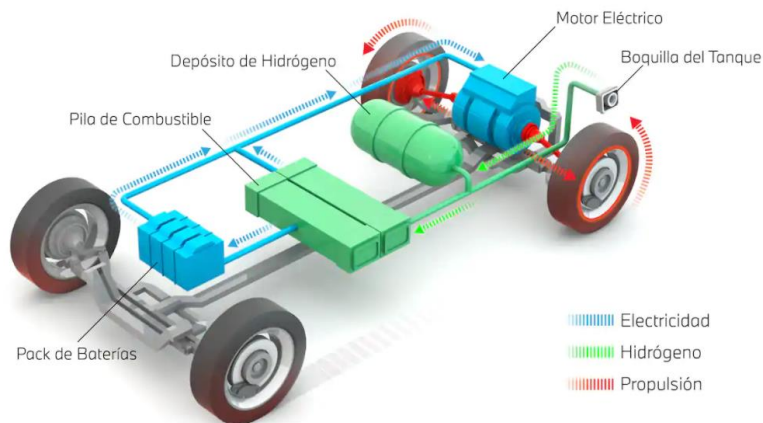
Las celdas de hidrógeno son dispositivos similares a una batería de recarga continua, que comúnmente encontramos en los vehículos eléctricos. Esta a su vez va dentro del vehículo y una vez es alimentada por combustible de hidrógeno, el cual se vierte por la boquilla del tanque, se dirige al depósito de hidrógeno y luego se envía a la celda de hidrógeno (Figura 4).

Una vez el hidrógeno llega a la celda, esta combina el combustible con el oxígeno del aire para llevar a cabo el proceso conocido como electrólisis inversa. Este proceso tiene como resultado una reacción electroquímica capaz de generar energía eficiente, limpia y silenciosa. Al producir dicha energía, esta puede tomar dos vías, la primera, dirigirse directamente hacia el motor del vehículo o la segunda, llevando la energía a la batería de este mismo, esto depende de la demanda de combustible del momento (BMW, 2020).

Las baterías de estos autos son más pequeñas que las de los autos puramente eléctricos, debido a que los vehículos de hidrógeno tienen la capacidad de recargar constantemente su batería, por medio de la energía cinética resultante del estar en movimiento. De este modo, se puede ver que el funcionamiento de un vehículo con celdas de hidrógeno a diferencia de uno eléctrico es que este primero tiene la capacidad de generar su propia energía, sin tener la necesidad de conectarlo a un punto de recarga como si es el caso de un carro puramente eléctrico (BMW, 2020).

#### **Figura 4**

Funcionamiento de la Celda de hidrógeno



Nota: Copyright 2020 – Elaborado por BMW.

#### 4.2.2. Ventajas y desventajas de las celdas de hidrógeno

Axel Rucker, Program Manager Hydrogen Fuel Cell en el BMW Group menciona que las ventajas y desventajas de la tecnología de celdas de hidrógeno se pueden entender desde dos perspectivas: desde el punto de vista del usuario o desde el del medio ambiente. En cuanto a las ventajas de estos vehículos, analizándolos desde la perspectiva del usuario Rucker menciona lo siguiente:

Los automóviles con celdas de hidrógeno cuentan con un funcionamiento totalmente eléctrico. Es decir, que la sensación de conducción es similar a la de los vehículos eléctricos, poco ruido en el motor y arranque impulsivo.

El tiempo de carga es otra ventaja, pues los vehículos eléctricos se tardan varias horas en cargar sus baterías. Mientras que el depósito de hidrógeno de un vehículo de este tipo se llena completamente en menos de 5 minutos.



La autonomía es mucho mayor para los vehículos con celdas de hidrógeno. Estos pueden alcanzar una distancia de 500 km con el depósito de hidrógeno lleno. Los eléctricos alcanzan entre 380 y 400 km en promedio.

Por otro lado, las desventajas son evidentes ya que son dos las que más relevancia tienen para los consumidores. La primera desventaja se trata de la escasa infraestructura que tienen las ciudades o países de estaciones de recarga de este combustible. Como se menciona en el estudio “The role of charging and refuelling infrastructure in supporting zero-emission vehicle sales” el problema de esta falta de infraestructura también se conoce como el problema “del huevo y la gallina”.

Este problema hace referencia a que los proveedores de esta infraestructura son reacios a invertir en costosos proyectos de este tipo sin la seguridad de contar con un mercado sólido donde los usuarios estén más interesados en este tipo de tecnologías. Por otra parte, los consumidores puede que no estén interesados en comprar un vehículo con celdas de hidrógeno en una primera instancia, pero si estos perciben una red confiable de abastecimiento podría despertar su interés en la compra de estos vehículos (Campbell, Ryley y Thring, 2011, p. 1323).

Para este caso, entendiendo la gran importancia de implementar la infraestructura para la adopción de esta tecnología, compañías como BMW se han asociado con operadoras de estaciones de servicio de hidrógeno en la iniciativa “Clean Energy Partnership”. Esta tiene como objetivo la expansión de la red de estaciones de hidrógeno hasta en 130 unidades para el año 2022. Este número de estaciones permitirá el abastecimiento de 60.000 vehículos de hidrógenos en Alemania. Para una segunda etapa de expansión, se espera alcanzar 400 estaciones de servicio para el año 2025, esto a medida que crezca la adopción de estos coches. Rucker aclara que es esencial que estas estaciones estén en otros países, pues la idea es que los usuarios puedan realizar trayectos internacionales.

La segunda desventaja hace referencia al costo de los vehículos, ya que actualmente el precio promedio de un vehículo de celdas de hidrógeno puede rondar por los 70.000 euros para un auto de gama media – alta. Esto es un problema para los usuarios, pues el precio promedio de estos modelos está por casi el doble de un vehículo eléctrico o híbrido (BMW, 2020).

Son varios motivos que explican el alto precio de estos, uno de estos se debe a que hoy en día no hay una fuerte demanda de estos coches. Esto significa que los materiales usados para la construcción tanto de las celdas de hidrógeno, como para el depósito de hidrógeno son muy altos ya que se requieren materiales como el Platino que si no es comprado en grandes volúmenes su precio tenderá a subir excesivamente los costos de estos vehículos (BMW, 2020).

Otra razón por la cual estos coches tienen altos precios es gracias a la dependencia que estos tienen del precio del mismo combustible. Actualmente el kilogramo de hidrógeno verde tiene un costo de 9,5 euros en Alemania y 14 euros en EE. UU. Con un kilogramo de hidrógeno un vehículo de este tipo podría recorrer aproximadamente 100 kilómetros (BMW, 2020). Axel Rucker, menciona que en el programa de Celdas de Hidrógeno actualmente manejado por la compañía BMW, el precio actual del combustible es casi el doble que lo que le costaría a un consumidor recargar un vehículo eléctrico en su casa.

Lo que se espera es que con un aumento de la demanda de estos vehículos para el año 2030, el precio por kilogramo de combustible de hidrógeno verde baje hasta los 3,5 - 5 euros, logrando así llegar a un precio inclusive inferior al de recarga de vehículos eléctricos. Esto también se planea lograr ya que el costo de la energía renovable cada vez es menor y el costo de los electrolizadores también disminuirá con el tiempo. Las eficiencias en la cadena de valor del hidrógeno cada vez aumentaran, lo que significa disminución de desperdicios y por lo tanto disminución de costos (National Geographic, 2019).

Ya habiendo revisado la perspectiva del consumidor, es importante analizar también la perspectiva medioambiental del impacto de los vehículos con celdas de hidrógeno. Las tecnologías alternativas de movilidad, como previamente se mencionó en este estudio, se han diseñado para reducir la emisión de gases contaminantes, especialmente el CO<sub>2</sub>.

Los gases de escape de un vehículo, en este caso de hidrógeno, no representan ningún efecto nocivo para el medio ambiente, ya que la emisión de estos vehículos se trata de vapor de agua. Es por esto que esta tecnología ayuda a mantener el aire limpio en las ciudades y también ayuda a reducir desperdicios energéticos de las plantas de generación de energía tradicionales, recordando con esto último la función del hidrógeno como almacenador y transportador de excesos de energía. Esto será así, siempre y cuando el proceso de generación de hidrógeno haya sido por medio del proceso de hidrógeno verde. La huella de carbono para este caso será nula, pero solo si se implementa este “mix energético” con energías renovables (BMW, 2020).

#### **4.3. Compañías pioneras de las celdas de hidrógeno**

Luego de muchos años del surgimiento del hidrógeno como fuente de energía, se empezó a descubrir la necesidad de los países por implementar la economía del hidrógeno es sus planes a mediano y largo plazo. Desde el año 2002 empresas automovilísticas como Toyota empezaron a investigar la tecnología que hoy en día ya es tendencia (Motorpasión, 2016).

Para este caso en específico, Toyota en el año 2014 anunció su primer modelo suministrado por hidrógeno el cual fue llamado Toyota Mirai. Honda por su lado, puso en producción desde el año 2008 su emblemático modelo FCX Clarity con funcionamiento a partir de hidrógeno. Modelo del cual se produjeron únicamente 6 unidades en un principio que fueron comercializadas en Japón en un comienzo y en Europa y Estados Unidos más adelante. En el caso de Hyundai encontramos que en el 2013 lanza su primer automóvil de hidrogeno, el modelo

Hyundai ix35 Fuel Cell y está próximo al lanzamiento de su segunda versión el Hyundai Nexso (Motorpasión, 2016).

Para el año 2014 se crea un proyecto llamado *HyFIVE*, el cual incluye a las cinco empresas que lideran la comercialización de autos de hidrógeno a nivel mundial (BMW, Daimler, Honda, Hyundai y Toyota). Este proyecto tiene como objetivo evolucionar la industria automotriz a estas nuevas tecnologías de cero emisiones. Se busca escalar las barreras que limitan la implementación de estas, como la carencia de infraestructura y aceptación de la tecnología de hidrógeno por parte de los usuarios finales (Hydrogen Europe, 2014).

Adicionalmente, por medio de este proyecto se plantea, demostrar los atributos técnicos y ambientales de estos vehículos, así como también la preparación y capacitación a concesionarios, equipamiento de instalaciones de mantenimiento, investigación de desafíos de la implementación, diferentes modalidades de suministro del combustible y finalmente la comprensión de las características de los futuros consumidores.

Estas cinco compañías líderes en la industria, en conjunto de Air Products, Copenhagen Hydrogen Network, Danish Hydrogen Fuel, ITM Power, Linde y OMV, esperan ampliar la infraestructura de puntos de carga de combustible con el propósito de evitar la problemática mencionada anteriormente sobre la analogía del “huevo o la gallina”. Por último y más importante, el proyecto busca trabajar de la mano con la Unión Europea, con el fin de fomentar políticas de apoyo que impulsen la evolución de la economía del hidrógeno y del uso de energías alternativas (Hydrogen Europe, 2020).

Esto último también se puede relacionar con lo mencionado en el estudio “The role of charging and refuelling infrastructure in supporting zero-emission vehicle sales” ya que en este se resalta que existen obstáculos tecnológicos, de infraestructura y de comportamiento que primero deben superarse antes de que estos vehículos puedan penetrar el mercado masivo. Las

nuevas tecnologías también requieren apoyo de políticas del Gobierno para que estas tengan éxito (Campbell, Ryley y Thring, 2011, p. 1326).

## **5. Modelos de implementación de redes de autoabastecimiento de hidrógeno usados por otros Gobiernos**

Continuando con la investigación planteada, y partiendo de los hallazgos encontrados a través de las entrevistas, se decidió centrar el actual capítulo en detallar los diferentes modelos que se han usado a nivel internacional para estimar la creación de redes de autoabastecimiento de hidrógeno, con el fin de exponer cada uno de ellos y así generar una posible métrica aplicable para Colombia. Muchos de los modelos presentados a continuación lograron pronosticar la venta de vehículos cero emisiones a futuro y así entender qué factores son necesarios para incentivar la venta de estos. Antes de comenzar con el análisis a cada uno de los modelos, cabe recalcar que cada uno de ellos tuvo en cuenta las diferentes condiciones geográficas, las características económicas y el desarrollo de políticas ambientales de cada mercado. La idea de incluir lo anterior es conocer cuáles de esas características son beneficiosas para la venta de vehículos cero emisiones y cuales terminan siendo obstáculos.

### **5.1. Modelo REPAC**

Para empezar, el primer modelo, que se analizará en este capítulo, es conocido como REspondent-based Preference And Constraints model o modelo REPAC. Este modelo fue introducido inicialmente en un paper escrito por Michael Wolinetz y Jonn Axsen, el cual buscaba desarrollar una simulación para ver el comportamiento, en términos de participación de mercado, de los vehículos cero emisiones en una pequeña región de Norte América.

Los objetivos principales del paper eran anticipar el tamaño del mercado de PEVs comprender cómo incentivar el desarrollo de este mercado a través de políticas promulgadas en esa región. Cabe recalcar que dentro de la categoría de PEVs, se incluyen los vehículos de celdas de hidrógeno vehículos eléctricos enchufables como vehículos híbridos enchufables

(PHEVs), que pueden ser enchufados y llenados con gasolina, así como vehículos eléctricos, recargados a través de fuentes de energía.

Michael Wolinetz, uno de los dos autores del paper, tiene una vasta experiencia en modelos de economía de energía tanto a escala global como local. Wolinetz es socio de una firma de consultoría conocida como Navius Research desde 2008 y es el responsable de diseñar y construir modelos cuantitativos basados en pronósticos. Estos modelos son de suma importancia ya que logran medir de cierta forma el impacto de las políticas energéticas y climáticas actuales.

A su vez, Wolinetz es profesor adjunto en la Simon Fraser University, en donde supervisa y asiste a estudiantes en sus investigaciones para los trabajos de grado. Por otro lado, su coautor, Jonn Axsen es profesor asociado y director de la Sustainable Transportation Action Research Team (START) en la Simon Fraser University. Axsen, desde 2009, ha publicado más de 50 papers relacionados con movilidad eléctrica, proyectos energéticos y políticas climáticas. Actualmente, sus trabajos se están enfocando mucho en la transición a sistemas de energía y transporte sostenibles, con el objetivo de ver que tan competitivas son las tecnologías renovables y que factores son necesarios para desarrollarlas a futuro.

En relación con el paper a analizar, Wolinetz y Axsen (2016) buscan también explicar el por qué muchos de los ambiciosos objetivos relacionados con la venta de combustibles alternativos, planteados anteriormente por diferentes presidentes de los Estados Unidos, han fracasado. Partiendo de investigaciones realizadas previamente por los autores, ambos concluyen que la consecución de dichos objetivos falló en parte por la falta de una política estatal de apoyo, lo cual demuestra que, sin estas, es muy difícil crear redes de autoabastecimiento de combustibles alternativos (p. 238).

En consecuencia a lo anterior, ambos autores deciden investigar aún más sobre qué otros aspectos son necesarios para incrementar las ventas de vehículos con combustibles alternativos ya que la mayoría de los pronósticos son demasiado optimistas y no tienden a resultados poco viables. De acuerdo con la investigación hecha por ambos autores, para el caso de los vehículos eléctricos enchufables (PEVs), las previsiones publicadas sobre la participación de mercado en América del Norte han oscilado entre el 1% y el 28% en 2020, y entre el 1% y el 70% en 2030, lo cual genera ciertas conclusiones que en la actualidad no han sido probadas aún. Teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente, Wolinetz y Axsen (2016) deciden crear e introducir el modelo REPAC, el cual permite simular la nueva participación de mercado de los PEVs, representando los componentes clave de la demanda y la oferta de estos vehículos (p.239).

Del mismo modo, el modelo REPAC es un modelo de elección que representa obstáculos adicionales para la adopción de vehículos de cero emisiones. Este también tiene en cuenta los componentes clave de las políticas de apoyo que se desarrollarán en un futuro ya que, para los autores, las políticas de apoyo son determinantes para el desarrollo de los PEVs y de las tecnologías que se basan en combustibles alternativos. Por dicha razón, los autores empiezan el paper introduciendo los dos tipos de políticas de apoyo que contempla el modelo para PEVs (p. 239).

El primer tipo se llama Demand-focused policies y el segundo tipo se llama Supply-focused policies. Demand-focused policies o políticas centradas en la demanda son aquellas políticas para PEVs que buscan aumentar directamente el interés de los consumidores por los vehículos eléctricos mediante subsidios y promociones en la compra, nuevas infraestructuras de recarga o incentivos no financieros como la reducción en los impuestos o estacionamiento gratuito.



En cambio, Supply-focused policies o políticas centradas en la oferta se definen como aquellas medidas que ponen presión directa sobre los proveedores de vehículos o combustibles, para que estos desarrollen, comercialicen y distribuyan PEVs. De los estudios anteriores relacionados con la participación de mercado de PEVs, la gran mayoría solo se centran en políticas centradas en la demanda ya que las políticas centradas en la oferta tienden a ser más complicadas de desarrollar ya que requieren el apoyo obligatorio de un ente privado que esté dispuesto a implementar y a crear vehículos de baja emisión de carbono. Además de lo anterior, el ente privado requiere recibir un apoyo continuo gubernamental y debe desarrollar objetivos y expectativas comunes con el gobierno sobre el desarrollo tecnológico para así tener un impacto significativo sobre la transición a PEVs y sobre su venta.

De igual modo, partiendo de lo dicho por Wolinetz y Axsen (2016), el modelo REPAC es uno de los pocos modelos cuantitativos que se basa en encuestados. Esto quiere decir que el modelo recopila los datos de la Encuesta Nacional de 2017 realizada a 1.884 hogares compradores de vehículos nuevos en diferentes provincias de Canadá. El modelo REPAC asume que cualquier hogar real, interesado en comprar vehículos nuevos en Canadá, en los próximos 12 meses, es considerado un potencial comprador que es único en términos de preferencias, ubicación residencial y otros aspectos relacionados con el contexto de compra de los ZEVs. A su vez, el modelo REPAC es implementado en diferentes provincias canadienses como British Columbia o Ontario debido a que desde 2008, se han registrado numerosas políticas climáticas, incluido un impuesto sobre el carbono y normas que regulan la emisión de carbono como el uso de combustibles con altas emisiones de CO<sub>2</sub> (p. 240).

Así mismo, Wolinetz y Axsen (2016) explican que British Columbia es una región que encaja perfectamente con el modelo REPAC ya que antes de reglamentar el subsidio para compra de PEVs, los vehículos eléctricos enchufables representaban algo menos del 1% de las ventas de vehículos nuevos en 2015. Según Electric Mobility Canada, a finales de 2019, cerca

de 148.777 vehículos eléctricos circulaban por las vías canadienses, lo cual representa un incremento del 59% con respecto al 2018.

A su vez, según el informe anual de Electric Mobility Canada para el año 2019, la infraestructura de carga pública de Canadá continuó creciendo, llegando a 11,586 cargadores en todo el territorio canadiense. Lo anterior significa que la infraestructura de carga pública aumentó en un 42% para finales de 2019. Sumado a lo anterior, el modelo REPAC también se centra en los vehículos de pasajeros para uso privado ya que en Canadá los vehículos de pasajeros representan aproximadamente el 18% de las ventas de vehículos ligeros nuevos. Vale la pena aclarar que, para este caso, centrarse en los vehículos de pasajeros es razonable ya que Wolinetz y Axsen asumen que las decisiones de compra de flotas serán similares a las decisiones tomadas por el comprador de automóviles privados.

Finalmente, el estudio se enfoca en Canadá dado que cerca del 24% de las emisiones de gases de efecto invernadero en el país son causadas por el sector transporte. Según un estudio realizado por el Environment and Climate Change Canada en 2019, la mitad de dichas emisiones corresponden a viajes de pasajeros. De igual modo, Canadá, junto con otros países del mundo, se han comprometido a alcanzar una participación de mercado de ZEVs cercana al 30% para 2030. Para lograr dicho objetivo, tres de cada diez provincias de Canadá implementaron políticas de soporte de ZEVs para así ayudar a aumentar el market share de dichos vehículos.

Por otro lado, el modelo REPAC busca aprovechar las fortalezas de tres enfoques importantes relacionados con la modelación. Partiendo de lo dicho por Al-Alawi y Bradley (2013), existen tres enfoques para generar modelos. El primer enfoque es el de modelos basados en restricciones, los cuales desarrollan pronósticos de penetración de mercado basados en las limitaciones físicas, de recursos o funcionales de los compradores de automóviles, por ejemplo,

el acceso a recargas en el hogar o estilos de conducción de cada comprador. Tales modelos tienen una representación bastante aproximada de cómo se comporta la demanda (p. 5).

El segundo enfoque corresponde a los modelos de elección discreta, los cuales intentan expresar directamente las preferencias y decisiones del consumidor a través de funciones de utilidad. Las funciones de utilidad usualmente están relacionadas con el costo total de propiedad, el cual refleja el valor actual neto del vehículo. El tercer enfoque está relacionado con modelos que simulan las elecciones y las interacciones de los agentes tales como consumidores, fabricantes de automóviles y gobiernos, para así alcanzar objetivos bajo ciertas limitaciones. Este tipo de modelos llegan a ser muy flexibles ya que pueden utilizar aspectos seleccionados del modelo con el fin de considerar diferentes restricciones de los agentes como los derechos de acceso a la carga de vehículos. Lo anterior serviría para construir un modelo capaz de representar las ventas de PEVs.

Partiendo de lo mencionado en el párrafo anterior, el modelo REPAC intenta incluir importantes características de los tres enfoques con el fin de generar pronósticos de adopción de PEV que sean razonables con las diferentes políticas que se establecerán como asunciones del modelo. Básicamente, el modelo REPAC intenta desarrollar un modelo de elección discreto derivado empíricamente, que logre estimar la probabilidad de que cada encuestado elija cualquier tipo de transmisión de vehículo (es decir, convencional, híbrida, PHEV o BEV), sin que exista alguna restricción de elección. Del mismo modo, el modelo REPAC incluye elementos importantes relacionados con el modelo del vehículo. Estos tienen que ver con el costo y el rendimiento del vehículo prototipo. La idea de incluir las características del vehículo dentro del modelo es poder configurar un perfil a partir de los atributos del modelo deseado.

Finalmente, el modelo REPAC cuenta con tres factores que pueden evitar que la demanda de cada encuestado se materialice como ventas. Estos tres factores son: desconocimiento del

PEV, falta de suministro de PEV (variedad y disponibilidad) e incapacidad para recargar en casa. Estos tres factores están muy correlacionados con la oferta de los vehículos ya que esta termina siendo igual de importante a la demanda.

Muchas investigaciones no tienen en cuenta ni analizan el lado de la oferta, y por dicha razón muchas de las proyecciones terminan siendo muy optimistas porque consideran que las ventas dependen únicamente de los consumidores o del lado de la demanda. A su vez, el modelo REPAC impone diferentes restricciones relacionadas con la adopción, específicas para cada encuestado. Las tres limitaciones incluidas dentro del modelo son la familiaridad con ZEVs, el acceso al distribuidor o concesionario y la variedad de modelos vehiculares. El valor de la restricción puede variar de cero a uno, donde cero representa que existe una restricción total, imposible de ser resuelta, y uno representa que la restricción puede ser solucionada fácilmente.

Continuando con el análisis del paper, luego de exponer cómo funciona el modelo REPAC, los autores deciden ejecutar la investigación planteada con el fin de encontrar la participación de mercado de los vehículos cero emisiones en Canadá para el año 2030. Los autores establecen inicialmente 8 escenarios diferentes en donde se plantean cambios en términos de políticas de apoyo y en cómo se configura el mercado a futuro. En los 8 escenarios, los autores se enfocan en generar opciones que mejoran o deterioran las condiciones del mercado, lo cual implica reducciones o incrementos importantes en las ventas. El objetivo de desarrollar dichos escenarios es poder validar el comportamiento y el papel de la infraestructura ZEV en la adopción de ZEV.

Luego de correr el modelo, los autores conducen un análisis de sensibilidad con el fin de demostrar cómo el modelo responde a la incertidumbre de 10 parámetros claves. Dichos parámetros son inciertos debido a su naturaleza y están relacionados con la familiaridad hacia

los vehículos, los tipos de vehículos, variedad de modelos a futuro, el precio de la gasolina o el acceso a puntos de recarga cerca de su hogar.

Como resultado de dicho análisis, Miele, Aksen, Wolinetz, Maine y Long (2020) argumentan que la participación de mercado para 2030 “tiene un rango de incertidumbre entre + 0,053 y -0,047, lo que significa que la nueva participación de mercado podría ser 5,3 puntos porcentuales más alta o 4,7 puntos porcentuales más baja que el valor simulado de 9,2%” (p. 13). Los límites superior e inferior, relacionados con la participación de mercado son resultado de la simulación del modelo REPAC, el cual tiene en cuenta parámetros como la variedad de vehículos, el inventario de ZEVs en los concesionarios o la tasa de familiaridad, los cuales no logran ser validados por las encuestas.

Partiendo del análisis de sensibilidad y de los resultados obtenidos, los autores desarrollan la conclusión de la actual investigación, mostrando nada más 2 de los 8 escenarios planteados. Miele, Aksen, Wolinetz, Maine y Long (2020) explican que se tomaron en consideración nada más dos escenarios ya que estos eran los más realistas en cuanto a la implementación de infraestructura. Para el escenario estático, en donde no hay cambios sustanciales en relación con las condiciones de mercado, se observa que, a finales de 2020, las ventas de ZEVs se ven impactadas por la eliminación de los subsidios para la compra de dichos vehículos. Sin embargo, desde 2021, las ventas de vehículos cero emisiones aumentan lentamente a futuro debido a mayor demanda (p. 13).

En términos geográficos, para 2030, Quebec será la provincia con mayor número de vehículos cero emisiones ya que se estima que cerca del 20% de los vehículos que circularán por la provincia serán impulsados por tecnologías no contaminantes. En ese mismo año, a pesar de sus pocos habitantes, las ventas en Quebec representarán más del 50% de las ventas totales de vehículos cero emisiones en el territorio canadiense. Dicho incremento en las ventas es

explicado en su mayoría por fuertes políticas de apoyo para el desarrollo de ZEVs, centradas en el suministro y la reducción de precios con el fin de incentivar el consumo de energías renovables como la electricidad.

Con respecto al escenario ambicioso, el cual consiste en generar mayores incentivos y establecer nuevos puntos de carga, se observa que para 2030, las ventas aumentarán más que en el escenario estático debido a mayor uso de los métodos de carga domésticos. Del mismo modo, las ventas aumentarán ya que habrá nuevos puntos de carga en los lugares de trabajo y en diferentes ubicaciones dentro de las ciudades. Sin embargo, según el análisis hecho por Miele, Axsen, Wolinetz, Maine y Long (2020), las mejoras en las estaciones de carga y en el reabastecimiento de hidrógeno tienen un impacto insignificante en las ventas de ZEVs para ambos escenarios (p. 14).

Los autores argumentan que a pesar de proporcionar la infraestructura adecuada para que para 2030 todos los canadienses tengan acceso a estaciones de carga y abastecimiento de combustible en cualquier lugar del país, la nueva participación de mercado de ZEV no aumentará en las proporciones estimadas, sino que por el contrario sólo crecerá 1,5 puntos porcentuales adicionales en comparación con la trayectoria de crecimiento establecido con las condiciones actuales.

Asimismo, los autores concluyen que la infraestructura no es un factor esencial que motiva la compra de estos vehículos ya que para ellos esto termina siendo más una limitación. Según las encuestas, las personas llegan a ser más sensibles a los atributos financieros en las decisiones de compra de vehículos, como el precio de compra.

## **5.2. Modelo MARKAL**

Partiendo de numerosas investigaciones, el modelo MARKAL (MARKet ALlocation) es uno de los más conocidos a nivel internacional dada su capacidad para representar aspectos económicos técnicos del sistema energético. Un gran número de entidades, pertenecientes a diferentes países, han utilizado el modelo MARKAL para generar importantes pronósticos sobre como generar la implementación de diferentes tecnologías a futuro. Autores de países como Noruega, España, Italia o Estados Unidos han realizado diferentes investigaciones a través de simulaciones con el modelo MARKAL para validar nuevas estrategias relacionadas con energías alternativas renovables a futuro.

El modelo MARKAL se puede aplicar de diferentes maneras, lo cual permite generar diferentes enfoques y lo convierte en una excelente herramienta para validar el verdadero impacto de tecnologías, como la de hidrógeno, en el sistema energético del país. Una desventaja de dicho modelo es el requerimiento de mucha información y el desarrollo de supuestos. Por su complejidad, el modelo requiere mucha información histórica con el fin de predecir muy bien que sucederá a futuro. Usualmente, este modelo utiliza información, obtenida de encuestas sobre consumo energético en hogares.

Ahora bien, se revisarán dos casos puntuales de estudio, uno en Noruega y otro en España, lo cual permitirá argumentar cómo el modelo MARKAL es útil para generar una posible métrica que permita implementar una tecnología energética puntual en un determinado país o zona.

En cuanto al caso puntual de Noruega, los autores Eva Rosenberg, Audun Fidje, Kari Aamodt Espegren, Christoph Stiller, Ann Mari Svensson y Steffen Møller-Holst (2010) decidieron utilizar el modelo MARKAL para generar un análisis en torno a los vehículos que funcionan a base de celdas de hidrógeno.

Este análisis busca evaluar qué tan factible sería una transición a un sector de transporte impulsado por hidrógeno. Según estos autores, a largo plazo esta transición si sería factible ya que las áreas urbanas de Noruega adoptarán en su totalidad la tecnología de hidrógeno a partir de 2035, mientras que las áreas rurales, la adoptarán en 2045. Dicha conclusión fue argumentada con base en los resultados obtenidos por los modelos MARKAL y H2INVEST, los cuales fueron utilizados en conjunto para mostrar cómo la tecnología de celdas de hidrógeno se vuelve más competitiva a futuro (p. 7267).

El MARKAL estima que los vehículos con celdas de hidrógeno se vuelven más competitivos en Noruega ya que a futuro, se espera que los precios de los combustibles fósiles aumenten por fuertes restricciones para controlar las emisiones de CO<sub>2</sub>, lo cual facilitará la venta de otros vehículos que funcionan bajo otras tecnologías.

Para el caso de España, el modelo MARKAL fue utilizado allí como un método para explorar la viabilidad de implementar una tecnología de hidrógeno únicamente en el centro de Madrid y para el sector transporte. Dentro de esta investigación el modelo MARKAL fue determinante debido a su flexibilidad, lo cual permitió realizar simulaciones que tuvieran en cuenta especificaciones con respecto a la técnica y a los tipos de combustibles. A su vez, el modelo MARKAL fue adaptable a las limitaciones geográficas y de tiempo del estudio, lo cual generó resultados mucho más ajustados a la realidad de la capital española.

De igual manera, los autores, Contreras, Guervós y Posso (2008), lograron concluir que de acuerdo con los resultados del MARKAL, el sector transporte sufrirá un cambio significativo ya que las personas adoptarán nuevas tecnologías con la introducción de nuevos sistemas más económicos y eficientes. Finalmente, los autores logran demostrar que el uso de hidrógeno será mucho mayor que el de otros combustibles ya que los madrileños, debido a las condiciones actuales socioeconómicas, lo preferirán por su costo a futuro (p. 15-16).



Como conclusión, y partiendo de ambos casos de estudio, el modelo MARKAL fue determinante para ver la evolución de la tecnología de celdas de hidrógeno a futuro. Este modelo, por su flexibilidad y por su complejidad, demuestra cómo será el desarrollo de la tecnología en comparación con otros combustibles y con otros sistemas. Asimismo, este modelo predice con alta exactitud, cómo las políticas impactarán la venta de los vehículos y que factores serán necesarios para mejorar su competitividad.

### **5.3. Modelo Clúster**

Este subcapítulo tiene el propósito de validar y analizar las estrategias propuestas por Joan Ogden y Michael Nicholas, para construir una infraestructura funcional para los vehículos que funcionan a base de celdas de hidrógeno (FCV). Ambos autores son investigadores vinculados con la Universidad de California Davis, la cual se ha caracterizado por contar con un departamento enfocado únicamente en investigaciones relacionadas con transporte sostenible.

Por un lado, la Dra. Joan Ogden es profesora de Ciencias Ambientales en el Instituto de Investigación del Transporte de la Universidad de California, Davis y directora fundadora del Programa de Ruta de Energía de Transporte Sostenible (STEPS). Así mismo, antes de ingresar UC Davis, se desempeñó como investigadora científica en el Instituto Ambiental de la Universidad de Princeton.

En los últimos 20 años, Ogden ha escrito 2 libros, y más de 27 artículos, relacionados con temas de energía. Su principal interés está en comprender cómo las celdas de hidrógeno pueden generar impacto en el sector transporte y como se pueden construir sistemas de infraestructura capaces de almacenar y producir el hidrógeno. Por el otro lado, Michael Nicholas es un investigador senior de The International Council on Clean Transportation. Al igual que Ogden, tiene experiencia como investigador profesional de la UC Davis en áreas relacionadas con el

sector de energía. Ha realizado diferentes modelos cuantitativos con el fin de analizar la infraestructura para la carga de vehículos que funcionan a través de hidrógeno.

Para comenzar con el análisis propuesto, cabe mencionar que la investigación realizada por estos dos autores tuvo lugar en el Sur de California ya que esta zona cuenta con una regulación que busca incentivar los vehículos cero emisiones y fue uno de los primeros estados en promover dicha regulación. Recientemente, el gobernador de California, Gavin Newsom, redactó un nuevo plan de cómo mejorar la calidad del aire y reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero.

Este plan está respaldado por la Low-Emission Vehicle (LEV) regulation, la cual se ha ido implementando gradualmente desde 1990. La Low-Emission Vehicle (LEV) regulation fue creada para que fabricantes de automóviles comenzarán a producir y a vender un número proporcional de vehículos híbridos enchufables y ZEVs. A proporcional se refiere que, del número de carros vendidos en el año, el fabricante debería producir cierto número de vehículos cero emisiones para el próximo año. Como resultado de dicha regulación, desde 2010, según cifras del California Air Resources Board, más de 550.000 vehículos de cero emisiones y vehículos híbridos enchufables han sido registrados en el estado de California. Así mismo, esta regulación va acompañada de ciertos créditos ofrecidos por la gobernación de California con el objetivo de incentivar a los fabricantes de vehículos.

Estos créditos están condicionados y dependen de la autonomía de cada vehículo. En otras palabras, entre mayor autonomía posea el vehículo, mayor monto de crédito es otorgado al fabricante. Usualmente, estos montos van desde el 4,5 por ciento en 2018 al 22 por ciento para 2025.

Continuando con el análisis, Ogden y Nicholas afirman que su investigación busca proyectar el número de vehículos que funcionan a base de celdas de hidrógeno para 2020. A

raíz de investigaciones previas, ambos empiezan añadiendo que la tecnología de celdas de hidrógeno tendrá éxito sólo si se logra establecer un acceso al combustible de hidrógeno.

Ambos autores argumentan que el acceso al hidrógeno está directamente relacionado con el desarrollo de una red de abastecimiento de hidrógeno temprana exitosa, que genere confianza y que esté muy bien ubicada geográficamente. Lo anterior será difícil de lograr si no hay una inversión importante en infraestructura, lo cual depende de diferentes actores como los fabricantes de vehículos, los consumidores o las compañías del sector energético. Del mismo modo, además de la inversión, según Ogden y Nicholas (2011), se requiere configurar una legislación adecuada que regule las relaciones entre los actores y que proponga una coordinación entre las nuevas estaciones de hidrógeno y las zonas o distritos en donde se encuentran más este tipo de vehículos.

Por otro lado, en la investigación hecha por la Dra. Ogden y por Nicholas, se realizaron ciertas discusiones con las partes interesadas de la industria, en donde se indicó que factores son necesarios para adoptar y seguir adelante con la implementación y el apoyo de la tecnología de celdas de hidrógeno. Dentro de las discusiones, se hablaron de temas relacionados con el estado actual de la tecnología, el costo, el tiempo de comercialización y los planes de despliegue de la tecnología.

Cabe resaltar que las partes interesadas privadas están interesadas en obtener evidencias claras sobre el compromiso gubernamental y el respaldo hacia la tecnología por parte del gobierno ya que, para ellos, una serie de políticas alternativas y de acompañamiento son necesarias si se desea acelerar la implementación de H<sub>2</sub> y FCVs. Según Ogden y Nicholas, el punto que se acaba de mencionar es de suma importancia dado que para los autores la implementación de esta nueva tecnología depende en gran medida de cómo el gobierno, junto

con las entidades privadas, deciden la colocación estratégica de las estaciones y generan una experiencia positiva para los consumidores.

Según ambos autores esta experiencia está ligada con la comodidad vinculada al reabastecimiento de hidrógeno en comparación con los vehículos de gasolina y al acceso a las estaciones. El segundo punto sería resuelto si se instala un gran número de estaciones para un pequeño número de vehículos. Sin embargo, el monto de la inversión sería muy alto y la ganancia sería muy baja dado el pequeño número de vehículos que usarán dichas estaciones.

Como consecuencia de todos esos factores, los autores deciden sugerir una estrategia conocida como “clustering”, la cual se basa en proporcionar de combustible a través del uso eficiente de las estaciones a bajo costo. Según Ogden y Nicholas (2011), la agrupación en clústeres se refiere a la introducción focalizada, tanto de vehículos de hidrógeno como de infraestructura de reabastecimiento, en un área específica, como ciudades pequeñas.

Los autores argumentan que, al concentrar vehículos y estaciones de carga, en un número de clústeres dentro de una mayor área geográfica, es posible generar comodidad y confiabilidad, como usualmente la ofrecen las estaciones de gasolina. Lo anterior sería a un costo relativamente bajo ya que se estarían incluyendo un pequeño número de estaciones estratégicamente ubicadas, no más para ofrecer el servicio de reabastecimiento de hidrógeno. En caso de querer expandir la red dado que se introducen más vehículos cero emisiones, se debería crear más clústeres e introducir nuevos formatos de estaciones con el objetivo de posicionar a la tecnología en el mercado y volverla más competitiva a futuro. Dicha competitividad estará relacionada con los costos de la tecnología tanto para el consumidor como para el productor.

Con respecto a la metodología utilizada dentro de esta investigación, Ogden y Nicholas deciden realizar una serie de entrevistas a expertos en las industrias automotriz, energética y de

celdas de hidrógeno con el fin de ir configurando las perspectivas de estos individuos en temas como el número de vehículos, el número de estaciones y su ubicación y la demanda de hidrógeno en Los Ángeles, California. Según Ogden y Nicholas (2011), la mayoría de entrevistados acordaron que el mejor estimado sobre el número a futuro de vehículos a base de hidrógeno es el que resulta de la encuesta de 2008 realizada por la Asociación de Celdas de Combustible de California. Asimismo, la demanda total de hidrógeno fue estimada en base al consumo promedio de hidrógeno de un vehículo mediano, que funciona a partir de celdas de hidrógeno. Este correspondió a 0,7 kilogramos de  $H_2$  por día y fue calculado con base a la encuesta de 2008 realizada por la Asociación de Celdas de Combustible de California (p.1925).

Con respecto a la ubicación y al número de estaciones, ambos autores demuestran que los expertos decidieron en su mayoría “ubicar las estaciones cerca de los primeros adoptantes, de modo que los conductores tuvieran un corto tiempo de viaje desde casa hasta una estación cercana. También fue visto como importante tener una red de estaciones geográficamente dispersa, para que los clientes pudieran viajar fácilmente por la cuenca de Los Ángeles, y posiblemente más allá de destinos atractivos como Las Vegas y San Diego” (Ogden y Nicholas, 2011, p. 1926).

Por su parte, el costo y la experiencia de carga de los vehículos fueron otros temas muy importantes que también influyen dentro del proceso de transición a esta nueva tecnología. Para los expertos, según resultados de las entrevistas, es necesario implementar estaciones fijas de carga ya que este concepto es más familiar a las estaciones actuales de gasolina. Asimismo, a raíz de dicha familiaridad, los consumidores se sentirán más cómodos y la experiencia para recargar será mejor ya que habrá disponibilidad, facilidad y aceptación del cliente. Como consecuencia de lo anterior, se estableció que cada clúster debía contener al menos una estación fija con el fin de hacer frente a este tema.

En cuanto a los costos, los autores decidieron establecer una serie de escenarios que dependían inicialmente del tamaño de las estaciones. Los autores estimaron que las estaciones deberían poder almacenar por lo menos 1 kg/día de  $H_2$  por cada vehículo presente en el área ya que, según los cálculos hechos por la Asociación de Celdas de Combustible de California, el consumo promedio de hidrógeno de un vehículo mediano corresponde a 0,7 kg de por día.

Del mismo modo, Ogden y Nicholas (2011), junto con la opinión de los expertos, decidieron establecer inicialmente estaciones de 100 kg/día y luego ir aumentando la capacidad de cada estación conforme al aumento del número de vehículos con celdas de hidrógeno. A partir de 2015, las estaciones ya deberían contar con una capacidad mínima de 1.000 kg/día. Con base en lo anterior, ambos autores generaron ciertos supuestos, relacionados con los costos de capital, a los cuales se incurrirán al momento de crear los clústeres. Inicialmente, se asume que los cargadores móviles tienen un costo total equivalente al millón de USD. A partir de 2015, por temas de dilución de costos fijos, los cargadores móviles tendrán un costo total reducido a \$0,4 millones de USD. A su vez, se estima que las estaciones fijas tienen un costo base de USD\$2MM y dentro de dicho costo se incluyen la preparación del sitio, los permisos, los servicios de montaje e instalación de servicios públicos y edificios (p. 1930).

En relación con los costos de producción del hidrógeno, Ogden y Nicholas (2011) deciden seleccionar algunas estimaciones calculadas en otras investigaciones. Las estimaciones del costo seleccionadas fueron aquellas que estuvieron más relacionadas a las condiciones actuales de la tecnología en Los Ángeles (p. 1931). Sin embargo, cabe resaltar que la mayor conclusión de los autores fue que el costo del hidrógeno disminuye con el tiempo, a medida que mejora la tecnología de la estación. Esto se debe en su mayoría a la economía de escala en los costos de capital de la estación y al número de vehículos que utilizan dicho servicio.

Con base en lo anterior, ambos autores deciden generar algunas sensibilidades con el fin de argumentar que los costos disminuirán con el paso del tiempo. Estas sensibilidades demostraron que el costo del hidrógeno servido depende de varios factores como el tamaño de la estación, el factor de capacidad para almacenar hidrógeno, el precio del gas natural, los costos de construcción de la estación y el arriendo por el área en donde se ubicará la estación. No obstante, Ogden y Nicholas (2011), a través de sus análisis, se dieron cuenta que el costo es más sensible a variables como el tamaño de la estación y al factor de capacidad, y que por dicha razón ambas variables son necesarias para evolucionar y volver a la tecnología más competitiva.

Finalmente, como conclusiones, ambos autores afirman que la agrupación por clústeres, que agrupan de 8-16 estaciones, es considerada una forma eficiente de diseñar una red de abastecimiento de hidrógeno temprano puesto que los usuarios dentro del clúster tendrán una buena accesibilidad y los tiempos de viaje se reducirán significativamente, mejorando así la experiencia de estos mismos.

De igual modo, Ogden y Nicholas (2011) argumentan que inicialmente los flujos de caja serán negativos, resultado de la alta inversión en Capex y de los altos costos fijos, pero que, a partir de 2015, el flujo de caja se vuelve positivo a medida que se incrementa el tamaño de la estación y el uso de dicho servicio se vuelve más recurrente. Por otro lado, ambos autores concluyen que la forma más económica de producir hidrógeno sería a través del biometano o del etanol derivado de biomasa (gas natural), el cual resultaría en un costo de menos de 1\$/kg. En caso de hacerlo a través de la electrólisis, usando energía verde o energía solar, el costo aumentaría entre 5\$/kg y 20\$/kg (p. 1931).

Para finalizar, ambos autores afirman que todo el proceso de implementación debe estar apoyado a través de políticas gubernamentales que apoyen a la tecnología y que logren ofrecer mejores subsidios para la construcción de las primeras estaciones, predios a bajos costos y con

buenas ubicaciones y mejores créditos de carbono para que las compañías energéticas puedan involucrarse aún más en el proceso.



## **6. Perspectivas de los principales grupos de interés frente a la adopción de las celdas de hidrógeno en Colombia**

### **6.1. Perspectivas del Gobierno**

Para lograr un mayor entendimiento de la percepción de uno de los principales grupos de interés en la adopción de las celdas de hidrógeno en Colombia como lo es el Gobierno, se realizó una entrevista a profundidad con la ex ministra de minas y energías María Fernanda Suarez (Anexo 1), labor que inició desde el año 2018 y culminó en el 2020. Adicionalmente, María Fernanda cuenta con una larga trayectoria en el sector energético, donde ha asumido la responsabilidad de altos cargos directivos como la vicepresidencia de estrategia y finanzas de ECOPETROL y también siendo miembro de reconocidas juntas directivas como ISAGEN SA (2012 - 2013) y CENIT Transporte y logística de hidrocarburos (2012 - 2018).

En esta entrevista la exministra señaló la importancia de crear políticas públicas adecuadas para acelerar el plan de transición energética que tiene el país actualmente. En este sentido, desde el Gobierno se hace un ejercicio de identificación de paretos para definir qué problemas se deben atacar y cuál debe ser el plan de acción para cada uno de estos. Enfocándonos en la problemática medio ambiental de calidad de aire y emisiones de carbono, el Gobierno identificó que la movilidad representa el 15% de este problema y el 50% es causado principalmente por deforestación y agricultura, mencionó la exministra. Una vez se identifique el papel que tiene la movilidad en este problema medio ambiental el Gobierno debe apostar a cuáles son las tecnologías que se incluirán a futuro para mitigar estos impactos negativos de emisiones de CO<sub>2</sub>.

En la actualidad, el Gobierno ha desarrollado políticas públicas e incentivos para impulsar la movilidad sostenible. Más específicamente la Ley de Movilidad Eléctrica estableció quitarle el

IVA, aranceles y pico y placa a estos vehículos, así como también una reducción en el costo del SOAT. Este tipo de incentivos tienen el propósito de motivar a los usuarios a adquirir este tipo de tecnologías y en cierta forma equiparar los costos de un vehículo eléctrico a uno de combustible líquido, mencionó María Fernanda.

Para el caso puntual de celdas de hidrógeno o generación de hidrógeno como energía alternativa, María Fernanda hizo especial énfasis “no tengo mucho conocimiento del tema puesto que para Colombia esta tecnología todavía está en un punto donde es muy costosa y a pesar de que es viable, se debe esperar a que esta sea más asequible y en ese momento pues va a ser más interesante para Colombia, pero no veo yo la tecnología ya en ese punto”. De esta forma, el Gobierno desde los planes de transición energética en el periodo 2018 - 2020 no ha incluido esta tecnología como partícipe en este proceso, pues se considera que aún no está en un nivel de madurez suficiente para que el país la implemente.

Ante la pregunta ¿Existe una correlación entre la infraestructura y un aumento de demanda de estos vehículos? La exministra Suarez resaltó que la infraestructura de puntos de recarga y abastecimiento es “absolutamente clave” y que la apuesta siempre ha sido generar un paralelo en ir desarrollando la infraestructura para que cuando la tecnología llegue a un precio acorde a lo que los colombianos pueden comprar esta barrera no exista. Esto ha sido lo que se ha intentado con los vehículos eléctricos, mencionó María Fernanda. Asimismo, se recalcó que “no hay en este nivel, digamos ningún plan de generar infraestructura de hidrógeno, porque la tecnología todavía se ve como una tecnología que tiene un tiempo importante para llegar antes de que pase lo que ya les dije que sea asequible, que esté probada y que funcione”. Adicionalmente, “me imagino va a ser una infraestructura que por su naturaleza va a estar sobre todo vinculada al sector eléctrico, pero ¿Cómo va a jugar el sector de gas? porque desde el punto de vista de infraestructura tiene muchas más similitudes con la infraestructura que uno necesita para redes de gas. Pero esas discusiones si diría que todavía están en una etapa muy inicial”.

Por otro lado, la expectativa del Gobierno es que el sector privado tenga un rol activo en el desarrollo de la infraestructura. Empresas como ENEL, EPM, Celsia y demás deben ser partícipes de este proceso, pues el Gobierno crea políticas para acelerar la transición a estas nuevas tecnologías, pero el negocio es para estas empresas que van a comercializar la instalación de estos puntos de carga y su suministro. “Lo que tienen que hacer las empresas es jugársela, porque ahí siempre es ¿Qué es primero el huevo o la gallina? Entonces, por ejemplo, toda la ruta Bogotá - Medellín ya Terpel tiene estaciones de carga en toda la ruta ¿Que si eso le da plata a Terpel? con seguridad que no, pero se la está jugando, porque es primero el huevo o la gallina”, aclaró la exministra.

No es viable para el Gobierno dar más ayudas financieras para el desarrollo de la infraestructura de estas tecnologías que solo una pequeña minoría de colombianos puede acceder hoy en día por sus altos costos. Hoy en día, en el país hay 500 mil colombianos que no tienen acceso a la luz eléctrica y hay un millón y medio de familias que cocinan todavía con leña. En este orden de ideas, el Gobierno debe priorizar sus necesidades y es precisamente el ejercicio de pareto que se hace al momento de dimensionar las diferentes problemáticas del sector energético del país, aclaró Maria Fernanda.

Ante la pregunta ¿Qué tan viable es la meta propuesta por el Gobierno en el mediano plazo de alcanzar los 600 mil vehículos cero emisiones para 2030 y en el largo plazo de que estos representen el 30% del parque automotor en Colombia? Maria Fernanda declaró que desde su visión estas metas si se van a cumplir. “Cuando ustedes ven, por ejemplo, en los rankings de ventas de vehículos eléctricos en Colombia en el 2019, en Latinoamérica es el país que más vehículos eléctricos como proporción de la flota total, las ventas de BMW en Colombia de eléctricos nos posicionan como el tercer o cuarto país del mundo donde más vehículos de este tipo se vendieron. Eso es muy impresionante. Pero pues, ¿Ustedes saben cuántas personas en el mundo compran BMW?”.

Actualmente, el Ministerio de Minas y Energía en conjunto con la UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética) están haciendo estudios para poder diseñar una hoja de ruta de cómo desarrollar el mercado del hidrógeno y cuáles son las oportunidades para Colombia. Lo que hace el gobierno y lo que hace en estas dos instituciones de alguna manera es encontrar cuáles son esas barreras que tenemos que remover para asegurar que esto funcione. “Eso seguramente va a llegar, ¡pero no ya! Mi visión es que eso va a ser un desafío del 2025. Ojalá más rápido. Pero no lo veo ya. Un ejemplo que sirve mucho es el ejemplo de las energías renovables solar y eólica, donde España se la jugó y montó una cantidad de plantas solares y eólicas a un costo altísimo para los consumidores. Claro, eso ayuda a que se desarrolle el mercado. Ayudó a que el costo fuera menor y que todos aprendiéramos. Nosotros entramos a hacer la subasta el año pasado y ya logramos en esa subasta que el costo fuera menor al costo de la energía tradicional. Pero si lo hubiéramos hecho cinco años antes, hubiera sido a costo que a ustedes y al señor de estrato uno la energía le cueste más” mencionó María Fernanda.

Por otro lado, el actual ministro de minas y energías Diego Mesa en el pasado foro de la revista Semana llamado Hidrógeno Verde: Una Oportunidad para Colombia llevado a cabo el 22 de septiembre de 2020, destacó su especial interés en incluir el Hidrógeno en el plan de transición energética que su antecesora Maria Fernanda Suarez había construido. Adicionalmente, este foro tuvo la participación de Guilherme De Mendonca, managing director Siemens Energy Colombia; Hans Peter Knudsen, embajador de Colombia en Alemania; Peter Ptassek, embajador de Alemania en Colombia; y Andreas Eisfelder, general manager of Hydrogen Solutions in Latam Siemens. En este, se resaltaron las oportunidades que tiene Colombia para ser uno de los países que en un futuro lidere las exportaciones y producción de hidrógeno verde en el mundo. Esto se debe principalmente, al potencial que tiene el país en la producción de energías renovables, ya que cuenta con regiones con alta radiación solar y zonas

con gran velocidad de viento, que le permiten producir este tipo de energías en un gran volumen y a un precio muy competitivo (Semana, 2020).

El actual ministro Diego Mesa está convencido que Colombia está en la capacidad de ser uno de los países referentes en la producción y exportación de hidrógeno verde, es por esto que en conjunto con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, se está estudiando esta tecnología para incluirla en el primer trimestre del año 2021 en la hoja de ruta del plan de transición energética. Asimismo, es necesario que el país desde su regulación y principales grupos de interés se alineen a esta hoja enfocada a esta nueva tecnología para lograr un plan completamente exitoso, mencionó el ministro.

Para acelerar la llegada de esta tecnología al país, Hans Peter Knudsen, embajador de Colombia en Alemania y Peter Ptassek, embajador de Alemania en Colombia, durante el foro mencionan que Alemania en su plan de cooperación con otros países, está apostando en gran medida por la cooperación con Colombia. Esto sin mencionar, que Alemania es uno de los países referentes en la producción de hidrógeno verde y este quiere destinar recursos para desarrollar la tecnología interna y externamente en países como Colombia. Por esto, ya los embajadores Hans Peter Knudsen y Peter Ptassek están siendo partícipes de las negociaciones con el Gobierno Alemán, y se espera que de esta forma la tecnología tenga una implementación mucho más rápida. Colombia es uno de los dos países de Latino América con Ecuador, que se encuentran actualmente en la lista de países “partner” para el plan de desarrollo del mercado de hidrógeno verde que tiene el Gobierno Alemán actualmente.

## **6.2. Perspectivas del sector de Energético**

Con el propósito de entender mejor la percepción de este grupo de interés y su participación dentro del desarrollo de energías renovables para el sector de movilidad, se

entrevistó a Carlos Ortiz (Anexo 2) quien cuenta con más de 10 años de experiencia en la prestación de servicios de consultoría a empresas del sector energético como ENEL, Grupo de Energía de Bogotá y Gas Natural. Carlos fué Senior Manager de transformación digital en la empresa Accenture donde trabajó con los clientes ya mencionados. Hoy en día, se desempeña como Digital Platinion IT Transformation Senior Manager en la empresa Boston Consulting Group donde continúa su trayectoria trabajando con empresas del sector energético.

Carlos indicó la importancia y el rol que juegan las empresas del sector de energía eléctrica en tema de movilidad sostenible. “Todo lo que tenga electricidad en teoría es un negocio de interés y que les podría funcionar a ellos. Entonces, claro, de ahí surge que es lo que tiene que ocurrir a nivel de las empresas que tienen la capacidad de hacer las inversiones para que todo el tema de la movilidad eléctrica se haga realidad”. Carlos hizo especial énfasis que no conoce muy bien la tecnología de celdas de hidrógeno, pero mencionó “alguna vez asistí a una charla, asistí a algo en que alguien decía: oiga, este tema puede ser la amenaza del carro eléctrico, y es posible que lo del carro eléctrico sea simplemente una moda pasajera y que de repente llegue un salto y puff. Del día a la mañana estamos hablando de celdas de hidrógeno”.

Carlos aclaró su punto de vista frente a estas tecnologías, basándose en su experiencia en la empresa Accenture donde tuvo conversaciones en varias ocasiones de cómo se debe abordar estas tecnologías para que se implementen de una forma masiva. Es así, como el aclara “la hipótesis o la tesis que yo que yo manejaba y que sigo manejando, es que hacer la masificación de esto, de este servicio de transporte, no tiene que ir en transportes privados, lo que tiene que existir es desarrollo desde lo público, buses como el Transmilenio y los buses de las ciudades. Lo cierto es que ese tiene que ser, digamos, el foco. Y después, en segunda medida, todo lo que es el transporte pesado. Y si ustedes miran las estadísticas de contaminación y demás, los carros particulares no son el foco de contaminación”.

De esta forma Carlos aclara que para las empresas del sector es indispensable tener una buena relación con el Gobierno para lograr el objetivo de masificar este tipo de movilidad sostenible, en especial cuando se trata de transporte público. Carlos mencionó que desde su participación en el Consejo Mundial de la Energía se trabajó en la creación del Manifiesto de la Movilidad Eléctrica “Entonces de ahí lo que siempre trabajamos fue ¿Cuál debe ser la política de gobierno? ¿Cuáles son esos principios y esos pasos para que realmente la movilidad se de? Y allí estaba principalmente el foco en todo lo que era el transporte público y en segunda medida las empresas. Entonces se definió ¿qué es lo que se buscaba? Y finalmente se procedió a plantear distintas soluciones”.

Frente a la pregunta ¿Existe una correlación entre la infraestructura y un aumento de demanda de estos vehículos? Carlos está de acuerdo con que una infraestructura adecuada le da una mayor sensación de seguridad y tranquilidad a los consumidores finales, por lo cual si se podrían incrementar las ventas de estos vehículos. También, aclaró que la infraestructura que requieren los vehículos de hidrógeno es mucho más atractiva para las empresas de utilities como negocio, esto principalmente porque “El mundo gira todavía en torno al combustible fósil. El vehículo de celda de hidrógeno sigue de cierta manera, si tú generalizas y lo pones, digamos, así como para dummies, sigue siendo un combustible casi fósil. Finalmente tienes que crear el hidrógeno. El hidrógeno no está, no se consigue puro ¿vale? Tú no puedes conseguir hidrógeno destapando la tierra. Entonces tienes que hacer un proceso, tienes que hacer una serie de conversiones para llegar a eso. Pero eso sigue siendo un negocio mucho más natural y semejante a lo que hace hoy en día hace una petrolera para producir petróleo y adicionalmente necesita una red de transporte de gas como las que se tienen hoy en día”.

Además de esto, Carlos hace referencia de que el ingreso por una recarga de estos vehículos puede representar para estas compañías entre \$8.000 y \$11.000 pesos al mes por cada carro que se recargue. Es por esto que él considera que el negocio para estas empresas

no está realmente en vender la energía de los puntos de recarga de estos vehículos, sino en el ecosistema donde los usuarios empiezan a consumir otros productos relacionados al tema medio ambiental. “Productos que te permiten a ti mantenerte brandeado como una persona sostenible, ecológica. Entonces tú ya tienes un carro eléctrico hoy. Mañana ellos sacan un producto para que tu generes tu propia energía. Entonces te venden el kit. Entonces tú te compras el kit. Luego te dicen Oye, ¿quieres tener energía en tu casa? ¿Que tú puedas escoger la fuente de dónde viene? No, yo quiero energía que solo venga de molinos de la Guajira. Entonces se va creando, digamos, una suma de productos que al final eso es lo que sí es un negocio”.

Teniendo en cuenta todas las implicaciones y el contexto del mercado, para Carlos Ortiz es claro que la tecnología de celdas de hidrógeno se vuelve una opción bastante atractiva para los consumidores finales y para las empresas del sector energético. Hoy en día, el sector está siendo impulsado principalmente por combustibles fósiles, lo que hace pensar que el hidrógeno puede tener más similitudes en cuanto a procesos e infraestructura que la tecnología de vehículos eléctricos. “Yo creo que un país como Colombia, o en general el mundo, el día que el carro de hidrógeno cueste lo mismo que el carro eléctrico, te apuesto a que el carro eléctrico pasa a segundo plano” concluyó Carlos Ortiz.

Por otro lado, se realizó otra entrevista para tener una segunda perspectiva de la tecnología de celdas de hidrógeno desde el sector energético. Esta entrevista fue hecha a Paola Rincón (Anexo 3) quien actualmente desempeña el cargo de Management Consulting Manager en Accenture. Paola cuenta con experiencia en movilidad eléctrica desde hace dos años, donde ha podido prestar servicios de consultoría a ENEL X, un negocio del Grupo Enel enfocado en brindar un portafolio avanzado de servicios y productos energéticos sostenibles e innovadores. ENEL X en la actualidad tiene una línea enfocada a E-mobility donde se encargan de la instalación y comercialización de la infraestructura de puntos de recarga, dirigida a vehículos eléctricos tanto del sector privado como público.



Paola aclaró que no tiene un conocimiento profundo del tema de celdas de hidrógeno, puesto que, si ha escuchado de la tecnología, pero menciona que en Colombia no se habla mucho de eso. La manager de Accenture, ha podido ser parte de varios foros de E-mobility y Smart Cities llevados a cabo por la WEC (Consejo Mundial de la Energía) donde también participan empresas como Celsia, Enel X, EPM, Electricaribe y donde Accenture es uno de los principales promotores. Paola resaltó que la implementación de estas tecnologías para el sector energético “es un gran reto para cada una de las empresas porque aquí uno juega con el rol de poder ofrecer esto como empresa privada, versus la política pública que existe detrás de todo esto. Esto es un conjunto de esfuerzos, que, si no se generan de forma mancomunada o de forma unida, pues definitivamente los no tienen el resultado que el esfuerzo implica”.

Ante la pregunta de ¿Existe una correlación entre la infraestructura y un aumento de demanda de estos vehículos? Paola mencionó que lógicamente sí las personas ven que hay puntos de recarga cerca a sus casas y demás, esto podrá aumentar el interés de las personas frente a estas tecnologías. Sin embargo, Paola considera que la barrera más grande para la adopción de vehículos sostenibles es el “desconocimiento” de las ventajas que estos proporcionan, no solo al medio ambiente sino también a los usuarios finales. A pesar de que las personas escuchen sobre nuevas tecnologías para mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub> en el ambiente, estas están acostumbradas a usar sus vehículos de gasolina, y aunque les parezca interesante la aparición de estas nuevas tecnologías, las personas no se sienten parte del cambio y esto es dado por el mismo desconocimiento, mencionó Paola.

Para el tema de infraestructura Paola Rincón considera que el escenario ideal no es eliminar la gasolina o los combustibles fósiles, sino más bien generar un abanico de posibilidades donde los usuarios puedan escoger en una misma estación de recarga, que tecnología quiere utilizar o adquirir y que ojalá el 80% de ese abanico sean energías renovables, concluyó Paola.

### 6.3. Perspectivas del Sector Automotriz

Continuando con la perspectiva de otros grupos de interés, las compañías del sector automotriz son un actor muy relevante dentro del proceso de transición a una tecnología como es la de hidrógeno. Como se ha dicho anteriormente, los vehículos son uno de los principales contaminantes del aire y por dicha razón las empresas del sector automotriz están obligadas a presentar importantes cambios para reducir los niveles de CO<sub>2</sub>. Con el fin de construir una visión completa sobre la perspectiva de este sector, se decidió realizar dos entrevistas; una al señor Andrés Fuse, Gerente General de Autogermana (Anexo 4), y otra al señor Mauricio Hernández-Vega, vicepresidente de Retail Passenger Cars en Inchcape Colombia (Anexo 5). La idea de realizar estas entrevistas fue entender qué piensan los expertos sobre si crear una red de puntos de abastecimiento de hidrógeno, puede aumentar las ventas de vehículos que incorporan dicha tecnología.

Para comenzar, Andrés Fuse es el actual gerente general de Autogermana, compañía encargada de la comercialización y distribución de BMW en Colombia. Actualmente, Autogermana es una de las principales compañías en el segmento de eléctricos ya que la venta de vehículos eléctricos e híbridos representan cerca del 15% de las ventas totales de la compañía y desde 2014, su vehículo, el I3, ha sido muy demandado por los colombianos.

En la entrevista, Fuse cuenta que introducir una tecnología como la eléctrica, la cual cuenta con algunas similitudes con la de hidrógeno, tuvo diferentes obstáculos y que dichos obstáculos se han ido resolviendo como resultado de mayores ayudas por parte del gobierno. Inicialmente, la primera barrera que tuvo Autogermana al traer y registrar el I3 fue la compra del SOAT. Según Fuse, en 2014, para la compra del SOAT, era necesario incluir el cilindraje o el número de centímetros cúbicos. Los vehículos eléctricos, al no tener motor, no cuentan con cilindraje, ni nada que se le asemeje. Como consecuencia a lo anterior, Autogermana tuvo que

incluir, dentro de la planilla, que el vehículo tenía 1.000 cm cúbicos para poder matricularlo. Además de dicha barrera, Fuse añadió que les tocó incluir un cargador dentro del precio de venta del vehículo ya que inicialmente no había ningún tipo de estaciones de carga y las personas sin un cargador no iban a poder moverse y se podrían quedar varados en cualquier lugar.

Del mismo modo, según Fuse, el tema de la carga era uno de los principales obstáculos que veían los consumidores al adquirir el I3. Sin embargo, con el paso de los años, Autogermana empieza a generar un diálogo con consumidores, gobierno, aseguradoras, ambientalistas y empresas del sector energía para así enseñarles las ventajas y las desventajas de la tecnología. Dentro de este proceso de enseñanza, Fuse resalta que se hizo un trabajo importante con las aseguradoras, las cuales, al inicio, no estaban dispuestas a asegurar un vehículo eléctrico ya que no se contaba con ninguna estadística relacionada con los costos de reparaciones de los vehículos.

Del mismo modo, el señor Fuse afirma que en Colombia se ha logrado una buena penetración y que una de las razones es el hecho de tener incentivos por parte del gobierno. Él considera que el gobierno ha desarrollado una serie de ayudas que han permitido que la tecnología sea más accesible y que la gente de alguna manera tenga una mayor disposición para arriesgarse en alguna medida, a adoptar nuevas tecnologías.

Continuando, la entrevista con Mauricio Hernández-Vega, vicepresidente de Retail Passenger Cars en Inchcape Colombia, exgerente de automóviles Peugeot Colombia y exgerente comercial Chevrolet Continautos, permite ver cómo ha sido el desarrollo de los vehículos eléctricos en Colombia. Hernández lleva más de 10 años trabajando en el sector automotriz y cuenta con una amplia experiencia en la venta de vehículos eléctricos. Hernández-Vega lideró todo el proceso de venta detrás de los vehículos eléctricos de BYD en Bogotá, marca representada por Inchcape Colombia en su momento.

BYD es conocida en el mercado internacional como una compañía, que además de producir vehículos eléctricos, es la mayor fabricante de baterías de níquel cadmio, las cuales son utilizadas en su mayoría por computadores, celulares y otros dispositivos. Hernández- Vega afirma que el mayor problema de dichos vehículos era el tema de la marca y la autonomía del vehículo. Como el vehículo operaba como servicio público y su autonomía variaba de acuerdo con los kilómetros recorridos y los trancones, el automóvil tenía que estar en constante recarga, lo cual era algo problemático ya que las estaciones estaban ubicadas en pocos puntos de la ciudad. En adición a lo anterior, la marca por ser de origen chino era percibida como defectuosa y esto no generaba mucha confianza para los consumidores.

Por otro lado, el gerente general de Autogermana argumenta que, tras numerosas conversaciones con el gobierno, Colombia decide acogerse a una serie de compromisos ambientales establecidos por la organización COP21. Dichos compromisos buscan reunir esfuerzos para reducir las emisiones y convertirse en un país en pro al cuidado ambiental. Del mismo modo, Fuse cuenta que Autogermana, junto con el gremio automotriz, ha intentado introducir el tema de una transición gradual a diferentes tecnologías con argumentos relacionados con la salud de los colombianos ya que, en los últimos años, las muertes por causa de enfermedades respiratorias han aumentado como resultado de mayores emisiones.

Un ejemplo de lo anterior fue el caso de Medellín, en donde el mismo alcalde, Federico Gutiérrez, en su momento decide ejecutar diferentes planes para generar una infraestructura que permita el desarrollo de tecnologías cero emisiones para así reducir los niveles de contaminación en el Valle de Aburrá. La alcaldía de Gutiérrez, a través de una alianza con EPM, comienzan a introducir diferentes estaciones de carga y empiezan a invertir en diferentes incentivos para que las personas de Medellín, y de todo el Valle de Aburrá, adquieran vehículos híbridos y eléctricos.

A raíz de dichos planes, Medellín se convirtió en la ciudad con mejor infraestructura para estos vehículos y es la ciudad con mayor número de vehículos híbridos en Colombia. Del mismo modo, Hernández-Vega añade que un punto a favor del caso de Medellín es que la alianza con un privado que no pertenece al sector automotriz, el cual permitió el fortalecimiento de la red para que los vehículos recarguen.

A su vez, el vicepresidente de Inchcape en Colombia resaltó que dentro de una posible transición es muy importante el sistema financiero ya que este brinda herramientas y presta los recursos monetarios para adquirir el vehículo. Hernández-Vega considera que para poder desarrollar una tecnología como la de hidrógeno es necesaria una cohesión importante entre el gobierno y las entidades del sector financiero ya que ellos pueden desarrollar diferentes planes de financiación con menores tasas de interés, lo cual sería tentador para los consumidores.

Así mismo, Hernández-Vega añade que las compañías aseguradoras también son claves dentro del proceso para introducir una tecnología de este tipo ya que ellas son las encargadas de configurar un seguro adecuado para el vehículo. Cabe recalcar que los vehículos eléctricos no eran asegurados ya que el costo de la batería podría ser muy alto, y, además, en cualquier accidente o choque, el vehículo podría sufrir una pérdida total por lo delicada que es la batería.

Junto con todo lo anterior, al igual que la ex ministra de minas y energía, Fuse y Hernández-Vega afirman que lo ideal sería tener una infraestructura que esté desarrollándose en paralelo con la venta de los vehículos. Sin embargo, ambos expertos recalcan la importancia de generar nuevos incentivos en el precio de los vehículos ya que Colombia es un país de escasos recursos y por dicha razón la adquisición de este tipo de vehículos termina siendo algo solo de personas con altos niveles de ingreso. Del mismo modo, ambos argumentan que, a pesar de todo, las condiciones actuales y el incentivo del pico y placa han influido significativamente en la decisión de los consumidores por adoptar una nueva tecnología. Las condiciones actuales

están vinculadas a las disminuciones en los impuestos para estos vehículos y a la reducción en los aranceles y el IVA de estos mismos.

Para concluir, tanto Andrés Fuse, como Mauricio Hernández-Vega, han resaltado importantes puntos para tener en cuenta. Además, ambos consideran que el desarrollo de una red de estaciones de carga va a aumentar las ventas de estos vehículos ya que la mayor barrera u obstáculo que los consumidores observan al momento de comprar es el tema de donde cargar ya que esto de cierta manera termina siendo algo problemático.

Puntualmente, las principales preocupaciones de los usuarios están enfocadas en qué pasaría si el carro se descarga en un lugar lejano al cargador de la casa y en que el vehículo solo podría transitar por la ciudad porque en caso de viajar más allá, en donde se encontraría una fuente de energía capaz de cargar el vehículo. Sin embargo, Andrés Fuse resalta que otro factor muy importante es el costo del cargador, ya que este tiene un precio muy alto y este encarece el precio de venta final del vehículo.

Según Fuse, muchas personas, por el hecho de adquirir un cargador cuyo precio ronda entre los tres a cinco millones, prefiere comprar un carro convencional que funciona a base de gasolina. Para finalizar ambos expertos argumentan que las alianzas con el gobierno y con entidades privadas del sector energía son super necesarias, pero que además es muy importante contar con una infraestructura interna que permita capacitar a la mano de obra en el manejo y en el arreglo de estos vehículos. Hernández-Vega recalca que las compañías del sector automotriz deben contar su propia red de concesionarios o talleres con capacidad para arreglar estos vehículos. Además, ambos expertos argumentan que los consumidores gozarían de beneficios económicos en cuanto a los costos del combustible, mantenimiento, repuestos y cambio de aceite ya que estos vehículos no cuentan filtros o lubricantes y la revisión de los motores y las baterías no es cada año.

#### 6.4. Percepción de los Usuarios Finales

Como complemento de este capítulo, se desarrolló un breve análisis sobre la encuesta que se le realizó a un total de 285 personas (Anexo 6). Básicamente, esta encuesta tenía el propósito de validar que tanto las personas, que no estaban relacionadas con ninguno de los grupos de interés anteriormente mencionados, conocían o identificaban la tecnología de celdas de hidrógeno. Esta encuesta también se realizó con el fin de conocer potenciales consumidores y ver cuál es su perspectiva sobre dicha tecnología. Con respecto a la información demográfica, cerca del 51% de las personas encuestadas, tiene más de 42 años y la gran mayoría de las personas pertenecen a los estratos 3, 4, 5 y 6. A su vez, cerca del 64% ha pensado en adquirir un carro en los últimos cinco años, lo cual significa que muchos estarían dispuestos a invertir en un vehículo. Del mismo modo, se observa que la muestra está muy interesada en proteger y cuidar al medio ambiente ya que casi el 85% le gustaría adquirir un vehículo ambientalmente sostenible. Así mismo, muchos de estos usuarios son conscientes de lo contaminante que puede llegar a ser un carro entonces por dicha razón están buscando nuevos carros que involucren tecnologías cero emisiones o nuevas modalidades de transporte.

Continuando con el análisis, frente a la pregunta: ¿Conoce usted los vehículos con celdas de hidrógeno?, el 70,5% y el 22,1% no saben y han escuchado algo sobre el tema, respectivamente. Las anteriores cifras muestran que solo el 7,4% reconoce la tecnología y sabe de qué manera funciona, lo cual denota mucho desconocimiento a pesar de que la mayoría está buscando soluciones o modalidades de transporte sostenibles. A su vez, la mayoría de la muestra reconoce los vehículos eléctricos, pero nunca han visto puntos de recarga. Lo anterior es muestra de que muchas veces, los usuarios pueden saber del tema, pero en realidad pierden todo el interés ya que no ven nada relacionado a eso cerca de su realidad. Cuando se les preguntó por lo anterior, se notó que muchos saben que es, pero en realidad no han visto nada

cerca de sus casas, lo cual genera indiferencia y no les da intriga conocer más a fondo sobre estos vehículos.

Por otro lado, la encuesta nos arrojó que en la actualidad existe una tendencia importante con respecto a la compra de vehículos ambientalmente sostenibles. Cerca de 229 personas estarían interesadas en adquirir un vehículo que proteja el medio ambiente ya que son conscientes del daño ambiental producido por buses y automóviles. Sin embargo, muchos de estos añadieron que la adquisición de estos vehículos trae consigo otros beneficios. Partiendo de lo anterior, se les preguntó a los encuestados cuales eran dichos beneficios y cerca del 50% respondió que están interesados en adquirir vehículos de cero emisiones ya que el precio de estos automóviles ha bajado, producto del ajuste que realizó el Gobierno sobre el arancel del 5 por ciento. A su vez, estos mismos encuestados nos mencionaron que recientemente, el distrito de Bogotá decretó que los vehículos híbridos, al igual que los eléctricos, están exentos del pico y placa, lo cual les da mayor libertad de movilizarse por la ciudad en cualquier momento.

Para concluir, se observa que muchas de las personas que respondieron la encuesta si están interesados en adquirir los vehículos sostenibles en caso de encontrar mayores puntos de carga, lo cual es un indicador que en un principio marca una tendencia positiva para incluir esta tecnología en Colombia. Además, se observa que la mayoría de las personas estarían muy enfocadas en adquirir estos vehículos por temas medio ambientales lo cual demuestra que factores como el precio, incentivos gubernamentales o la autonomía del vehículo son importantes, pero terminan siendo un complemento al hecho de proteger y cuidar las condiciones climáticas. En cuanto a la pregunta ¿Cuáles considera usted que son los principales retos que hoy en día el Gobierno, empresas del sector energético y empresas del sector automotriz tienen para que exista un aumento en la adopción de estos vehículos sostenibles?, muchos respondieron que los precios de los vehículos deben ser competitivos en relación con los demás vehículos que funcionan a gasolina o diésel. Lo anterior permite concluir que el precio sigue



siendo una barrera importante ya que, si la tecnología no está al mismo precio, pues la masificación de estos vehículos va a ser mucho más difícil. Por otro lado, los usuarios siguen mostrando una tendencia favorable con respecto a que las estaciones de carga son necesarias para adquirir estos vehículos. Cerca de 96 personas respondieron que la prioridad de todos los grupos de interés debe ser coordinar esfuerzos para construir una infraestructura y mayores puntos de recarga visibles para todos los usuarios. Sin lo anterior, 80 personas no adquirirían los vehículos.

## Conclusiones y recomendaciones

Luego de haber entrevistado a expertos de los principales grupos de interés: Gobierno (Maria Fernanda Suarez – Exministra de Minas y Energía), Sector Automotriz (Andrés Fuse – Gerente General de Autogermana y Mauricio Hernandez - Vicepresidente Inchcape Land Rover, Subaru, Jaguar y DFSK) y Sector Energético (Carlos Ortíz - Digital Platinion IT Transformation Senior Manager en Boston Consulting Group y Paola Rincón - Management Consulting Manager en Accenture) y después de haber evaluado la percepción del usuario final con 285 encuestas, se pudo concluir que la implementación de una infraestructura de puntos de recarga de vehículos con tecnología de hidrógeno juega un papel decisivo para aumentar el número de ventas de estos vehículos.

Los expertos de los respectivos grupos de interés estuvieron de acuerdo con que la infraestructura es un factor fundamental para brindarle seguridad a los consumidores finales de que no van a tener problemas para recargar este tipo de vehículos. La percepción evaluada del usuario final fue acorde a las respuestas de los expertos ya que el 80.4% de las personas encuestadas coincidieron en que SI aumentara su interés de compra de estos vehículos sostenibles si ven una infraestructura de recarga adecuada para estos mismos. Sin embargo, los expertos señalan que la infraestructura sola no va a tener un efecto significativo en el aumento de la adopción de este tipo de tecnologías, pues esta infraestructura debe ir acompañada de políticas del Gobierno que incentiven la compra y el uso de los vehículos con celdas de hidrógeno. Asimismo, los expertos de los grupos de interés entrevistados concuerdan que se podrían aplicar los mismos incentivos enfocados actualmente en promover la tecnología de vehículos eléctricos en el país, tecnología ya en etapa de madurez. Estos incentivos de acuerdo con los expertos son suficientes (reducción del pico y placa, de aranceles, de impuestos, etc) y estos han tenido un gran impacto en las ventas de estos vehículos.

Por parte del usuario final, luego de un ejercicio de priorización de los aspectos que más motivarían a estos a comprar un vehículo sostenible encontramos que la principal razón de compra es por “Ayudar al medio ambiente”, como segundo factor relevante “Que el precio de los vehículos sea similar a los de gasolina o diésel”, seguido del tercer aspecto “Incentivos”, en cuarto lugar se concluyó que “Encontrar más puntos de recarga en las zonas donde transito” y por último que “La autonomía del vehículo sea igual a los modelos de gasolina o diésel”. Estos resultados evidencian que a pesar de que la infraestructura es un tema importante para la adopción de las celdas de hidrógeno, para el usuario final los demás factores como el de ayudar al medio ambiente, encontrar vehículos de este tipo con precios competitivos y la implementación de incentivos tienen un efecto más fuerte en la decisión de compra por parte del usuario final, que el mismo factor de infraestructura. De igual forma, los usuarios finales priorizaron los mayores retos que tienen los principales grupos de interés para aumentar la adopción de estos vehículos. Esta priorización de igual forma demostró que el factor más importante no es la infraestructura, sino por otro lado, el precio mismo de estos vehículos.

Relacionando esto último con la literatura revisada sobre estudios y metodologías de implementación de infraestructura de recarga de vehículos de hidrógeno, como la REPAC, MARKAL y Clúster mencionadas en el Capítulo 3. Podemos afirmar las conclusiones de estas investigaciones que determinan que la correlación de la infraestructura con el aumento de ventas de estos vehículos, a pesar de ser positiva, es muy baja. Esto se concluye precisamente porque existen factores financieros que tienen más peso en la decisión de compra del usuario final, ya que hoy en día el precio de este tipo de vehículos no es competitivo con los de gasolina o diésel. Adicionalmente, estos estudios concuerdan en que la infraestructura debe estar apoyada de políticas públicas e incentivos que pueden darle un impulso significativo a la adopción estas tecnologías sostenibles.

En cuanto a recomendaciones, la tecnología de celdas de hidrógeno, a pesar de ser una tecnología ya implementada en varios países europeos y desarrollada por grandes empresas del sector automotriz, es una tecnología aún en proceso de madurez. De su desarrollo y optimización de su cadena de valor depende que esta sea adoptada por países nuevos como Colombia, donde tanto los grupos de interés como los mismos usuarios finales desconocen las ventajas y beneficios que este tipo de tecnología puede traerle a cada uno de estos. Una muestra de esto, son los mismos expertos entrevistados, quienes habían escuchado sobre la tecnología, pero no conocían bien los beneficios ni las ventajas de esta. Adicionalmente, de las 285 encuestas a usuarios finales solo el 7.4% afirmaron que realmente conocen las celdas de hidrógeno. Claramente, existe un desconocimiento profundo por parte del Gobierno, sector energético, sector automotriz y usuarios finales.

Los grupos de interés, encabezados por el Gobierno, quien ya está en proceso para la implementación de la tecnología de hidrógeno verde en el plan de transición energética, debe hacer especial foco en combatir esta primera barrera llamada desconocimiento. En este sentido, el primer paso a dar por los grupos de interés y los usuarios finales es conocer y sentirse parte fundamental del cambio, esto para que exista una adopción más consiente y sobre todo más acelerada.

Colombia es un país con un gran potencial para la producción de hidrogeno verde, por su gran capacidad y recursos para la generación de energías renovables como la eólica, hidráulica y solar. Como lo mencionó el actual ministro de Minas y Energía, Diego Mesa, Colombia tiene la capacidad para convertirse en uno de los países líder en exportaciones de energía por medio del hidrógeno. Es por esto, que el Gobierno ya adelanta hojas de ruta para su implementación. Sabiendo esto, se hace la recomendación de que la implementación de una infraestructura de recarga para los vehículos con celdas de hidrógeno es un factor vital para la correcta adopción de estos vehículos. Este factor se convierte en un requisito clave para que los usuarios finales

se sientan seguros de adquirir esta tecnología, sin embargo, este aspecto sin el apoyo de políticas públicas e incentivos no tendrá un impacto muy grande en el aumento de ventas de estos vehículos.

Se recomienda, luego de combatir la barrera del desconocimiento, replicar los incentivos ya propuestos para vehículos eléctricos, esta vez para vehículos de hidrógeno. Adicionalmente, las empresas del sector automotriz y sector energético deben trabajar de forma articulada con el Gobierno, para desarrollar estrategias que les permitan fortalecer los puntos prioritarios (Que el vehículo tenga un precio competitivo, que se haga más conciencia medio ambiental, que existan incentivos atractivos y una infraestructura adecuada de puntos de recarga) para que los usuarios finales realmente se motiven a adoptar las celdas de hidrógeno.

Del mismo modo, es importante mencionar que esta investigación tiene el potencial de desarrollar un alcance importante ya que como se mencionó anteriormente en el documento, el actual ministro de Minas y Energía, Diego Mesa, informó que el Gobierno Nacional está muy interesado en promover diferentes desarrollos energéticos enfocados en la generación del hidrógeno verde, lo cual es muy relevante ya que este trabajo puede configurarse como una base para la hoja de ruta propuesta por el Gobierno y para el marco regulatorio, el cual es necesario para tomar las decisiones correctas frente a su implementación.

A su vez, este trabajo, por su enfoque, puede ser valioso para las diferentes investigaciones planteadas por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) junto con el Gobierno Nacional, ya que este demuestra y explica cómo funciona la tecnología de celdas de hidrógeno y como en primera instancia, se podría establecer una red de abastecimiento para dicha tecnología. A su vez, se recomienda que aquellos que estén interesados en la promoción de energías renovables, como lo es la Alianza del Pacífico, utilicen este trabajo como una introducción a todo lo relacionado con las celdas de hidrógeno y así logren entender algunas

consideraciones propuestas por expertos de los grupos de interés involucrados para desarrollar una agenda adecuada de proyectos sostenibles en la región.

Además, esta investigación también es recomendada a compañías público-privadas, como Ecopetrol o Grupo de Energía de Bogotá, las cuales cada vez están más interesadas en desarrollar iniciativas a futuro relacionadas con hidrógeno y con el hidrotreatmento de combustibles, movilidad sostenible y almacenamiento a través de tanques. Con base en todo lo anterior, esta investigación aporta algunas herramientas prácticas que Ecopetrol y Grupo de Energía de Bogotá podrían utilizar para construir una estrategia de sostenible en el tiempo, que les permita ser más competitivos a nivel internacional. Según el artículo de Dinero, en donde Siemens Energy afirma que Colombia podría recibir inversiones extranjeras de billones de dólares y de euros ya que los países desarrollados están enfocando todos sus esfuerzos en promover este tipo de tecnologías a lo largo del mundo.

Para finalizar, vale la pena aclarar que el enfoque de esta investigación estuvo centrado en los vehículos particulares (privados) ya que según Andemos, en lo corrido del año 2020, cerca del 49% de las ventas totales de vehículos nuevos corresponden a estos automóviles. A su vez, los modelos que fueron analizados a profundidad se enfocaban en movilidad privada, ya que los autores argumentan que para masificar la tecnología se debería enfocar en ese segmento. Finalmente, gracias a los avances de la tecnología eléctrica en el transporte público del país, muchos de los expertos entrevistados mencionaron que para masificar las celdas de hidrógeno es necesario involucrar no solo a los usuarios finales de transporte privado si no también a las flotas de transporte público para que exista una adopción más consiente y sobre todo más acelerada. Por otro lado, es importante aclarar que la presente investigación no incluye proyecciones financieras extensas ni información financiera completa sobre los costos ya que, por el enfoque dado a la investigación (Exploratorio), se priorizó en los *insights* dados por los expertos y se intentó introducir brevemente la tecnología de celdas de hidrógeno con el fin de

generar una primera aproximación a la tecnología y así configurar, en términos generales, un abrebocas para que otros que estén interesados en la tecnología, desarrollen a profundidad el tema partiendo de un panorama exploratorio más claro con este estudio para Colombia.

## Referencias

- Ajanovic, A. Haas, R. (2019). Economic and Environmental Prospects for Battery Electric- and Fuel Cell Vehicles: A Review. Scopus.com. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85073491472&doi=10.1002%2ffuce.201800171&partnerID=40&md5=f7cbd727700f03ca06e6da88548c959c>
- Andemos. (2020). Informe Vehículos Octubre Colombia, 2020. *Andemos.org*. <https://www.andemos.org/wp-content/uploads/2020/11/Informe-Vehiculos-2020-10.pdf>
- Bailey, J., Miele, A. y Axsen, J. (2015). Is awareness of public charging associated with consumer interest in plug-in electric vehicles? Scopus.com. <https://www.scopus-com.cvirtual.cesa.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-84923247319&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&st1=hydrogen+policies&nlo=&nlr=&nls=&sid=cd69a9ccd06818b2146452f9620e9e0b&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubjabbr%2c%22BUSI%22%2ct%2c%22SOCl%22%2ct&sl=32&s=TITLE-ABS-KEY%28hydrogen+policies%29&recordRank=>
- Blanco H., Gómez Vilchez J.J., Nijs W., Thiel C., Faaij A. (2019). Soft-linking of a behavioral model for transport with energy system cost optimization applied to hydrogen in EU. Scopus.com. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85071738687&doi=10.1016%2fj.rser.2019.109349&partnerID=40&md5=8d3955e8ebebdb66de12b0266f4dc98f>
- BMW. (2020). Qué has de saber sobre los coches de hidrógeno y la pila de combustible. Bmw.com. <https://www.bmw.com/es/innovation/coches-de-hidrogeno-asi-funcionan.html>
- Campbell, Ryley. y Thring. (2012). Identifying the early adopters of alternative fuel vehicles: A case study of Birmingham, United Kingdom. Scopus.com. <https://www-scopus-com.cvirtual.cesa.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-84862563401&origin=reflist&sort=plf->



[f&src=s&st1=hydrogen+policies&nlo=&nlr=&nls=&sid=cd69a9ccd06818b2146452f9620e9e0b&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubjabbr%2c%22BUSI%22%2ct%2c%22SOCI%22%2ct&sl=32&s=TITLE-ABS-KEY%28hydrogen+policies%29&recordRank=](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85076800913&doi=10.3390%2fen12244707&partnerID=40&md5=d2c2e045941e2ecbe2175e51a5c54ee2)

Cerniauskas S., Grube T., Praktiknjo A., Stolten D., Robinius M. (2019). Future hydrogen markets for transportation and industry: The impact of CO2 taxes. Scopus.com. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85076800913&doi=10.3390%2fen12244707&partnerID=40&md5=d2c2e045941e2ecbe2175e51a5c54ee2>

Contreras, Guervós y Posso. (2008). Market penetration analysis of the use of hydrogen in the road transport sector of the Madrid region, using MARKAL. Scopus.com. <https://www-scopus-com.cvirtual.cesa.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-57949114757&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&st1=hydrogen+policies&nlo=&nlr=&nls=&sid=cd69a9ccd06818b2146452f9620e9e0b&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubjabbr%2c%22BUSI%22%2ct%2c%22SOCI%22%2ct&sl=32&s=TITLE-ABS-KEY%28hydrogen+policies%29&recordRank=>

Contaldia , Gracceva , Mattucci. (2007). Hydrogen perspectives in Italy: Analysis of possible deployment scenarios. Scopus.com. <https://www-scopus-com.cvirtual.cesa.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-40849146875&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&st1=hydrogen+policies&nlo=&nlr=&nls=&sid=cd69a9ccd06818b2146452f9620e9e0b&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubjabbr%2c%22BUSI%22%2ct%2c%22SOCI%22%2ct&sl=32&s=TITLE-ABS-KEY%28hydrogen+policies%29&recordRank=>

Dagdougui. (2012). Models, methods and approaches for the planning and design of the future hydrogen supply chain. Scopus.com. <https://www-scopus-com.cvirtual.cesa.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-84857646088&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&st1=hydrogen+policies&nlo=&nlr=&nls=&sid=cd69a9ccd06818b2146452f9620e9e0b&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubjabbr%2c%22BUSI%22%2ct%2c%22>

[SOCI%22%2ct&sl=32&s=TITLE-ABS-KEY%28hydrogen+policies%29&recordRank=](#)

Dinero.com. (2 de noviembre de 2020). *Los planes que tienen el GEB y Ecopetrol con el hidrógeno.* <https://www.dinero.com/empresas/articulo/recuperacion-economica-tras-pandemia-pasara-por-energias-menos-contaminantes/305074>

Edwards, P.P., Kuznetsov, V.L., David, W.I.F. y Brandon, N.P. (2008). Hydrogen and fuel cells: Towards a sustainable energy future. Scopus.com. <https://www-scopus-com.cvirtual.cesa.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-55249096892&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&st1=hydrogen+policies&nlo=&nlr=&nls=&sid=cd69a9ccd06818b2146452f9620e9e0b&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubjabbr%2c%22BUSI%22%2ct%2c%22SOCI%22%2ct&sl=32&s=TITLE-ABS-KEY%28hydrogen+policies%29&recordRank>

ERIA (2019), 'The Potential and Costs of Hydrogen Supply', in Kimura, S. and Y. Li (eds.), Demand and Supply Potential of Hydrogen Energy in East Asia, ERIA Research Project Report FY2018 no.01, Jakarta: ERIA, pp.140-183.

Granovskii, M., Dincer, I., Rosen, M.A. (2006). Environmental and economic aspects of hydrogen production and utilization in fuel cell vehicles. Scopus.com. <https://www-scopus-com.cvirtual.cesa.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-33646883477&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&st1=hydrogen+policies&nlo=&nlr=&nls=&sid=cd69a9ccd06818b2146452f9620e9e0b&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubjabbr%2c%22BUSI%22%2ct%2c%22SOCI%22%2ct&sl=32&s=TITLE-ABS-KEY%28hydrogen+policies%29&recordRank=>

Harrison G., Thiel C. (2017). An exploratory policy analysis of electric vehicle sales competition and sensitivity to infrastructure in Europe. Scopus.com. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84994112947&doi=10.1016%2fj.techfore.2016.08.007&partnerID=40&md5=fa003b178209c929fae5c906ce9afe6b>

Hydrogen Europe. (2018). Project HYFIVE. Hydrogeneurope.eu.  
<https://hydrogeneurope.eu/project/hyfive>

Instituto Nacional de Salud. (2019). Carga de Enfermedad Ambiental en Colombia.  
 Ins.gov.co.<https://www.ins.gov.co/Direcciones/ONS/Informes/10%20Carga%20de%20enfermedad%20ambiental%20en%20Colombia.pdf>

Martín, J. (2016). El Toyota Mirai hace historia, ya es el primer coche a hidrógeno que gana una carrera de la FIA. Motorpasion.com.  
<https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/el-toyota-mirai-hace-historia-ya-es-el-primer-coche-a-hidrogeno-que-gana-una-carrera-de-la-fia>

National Geographic. (2019). Ventajas e inconvenientes del hidrógeno como combustible alternativo. Nationalgeographic.com.  
[https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/ventajas-e-inconvenientes-hidrogeno-como-combustible-alternativo\\_14897](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/ventajas-e-inconvenientes-hidrogeno-como-combustible-alternativo_14897)

Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. (2017). 5 Fast Facts about Hydrogen and Fuel Cells. Energy.gov. <https://www.energy.gov/eere/articles/5-fast-facts-about-hydrogen-and-fuel-cells>

Ogden, Nicholas. (2011). Analysis of a cluster strategy for introducing hydrogen vehicles in Southern California. Scopus.com. <https://www-scopus-com.cvirtual.cesa.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-79952360423&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&st1=hydrogen+policies&nlo=&nlr=&nls=&sid=cd69a9ccd06818b2146452f9620e9e0b&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubjabbr%2c%22BUSI%22%2ct%2c%22SOCI%22%2ct&sl=32&s=TITLE-ABS-KEY%28hydrogen+policies%29&recordRank=>

Paolo Agnolucci, William McDowall. (2013). Designing future hydrogen infrastructure: Insights from a analysis at different spatial scales. Scopus.com. <https://www-scopus-com.cvirtual.cesa.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-84876297645&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&st1=hydrogen+policies&nlo=&nlr=&nls=&sid=cd69a9ccd06818b2146452>

f9620e9e0b&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubjabbr%2c%22BUSI%22%2ct%2c%22  
SOCI%22%2ct&sl=32&s=TITLE-ABS-  
KEY%28hydrogen+policies%29&recordRank=

Rezaei M., Mostafaeipour A., Qolipour M., Momeni M. (2019). Energy supply for water electrolysis systems using wind and solar energy to produce hydrogen: a case study of Iran. Scopus.com. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85068818437&doi=10.1007%2fs11708-019-0635-x&partnerID=40&md5=473d41590b8610484b063a124f9e0441>

Sin Autor. (2016). Honda begins sales of Clarity Fuel Cell, first car delivered to METI. Scopus.com. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84966552344&doi=10.1016%2fS1464-2859%2816%2930069-4&partnerID=40&md5=cc2c6fd9647b0af0922be3bbc3f35c33>

Sin Autor. (2016). Air Liquide installs first public hydrogen station in Belgium. Scopus.com. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84974687895&doi=10.1016%2fS1464-2859%2816%2930116-X&partnerID=40&md5=4ae183f0444ee8402b7ae6ffeb35db86>

Sin Autor. (2016). CMR Prototech plans first hydrogen ferry in Norway, with fuel cells. Scopus.com. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84974710173&doi=10.1016%2fS1464-2859%2816%2930102-X&partnerID=40&md5=99a9431257dde5258684faf688b0af93>

Ugurlu A., Oztuna S. (2020). How liquid hydrogen production methods affect emissions in liquid hydrogen powered vehicles?. Scopus.com. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85079853266&doi=10.1016%2fj.ijhydene.2020.01.250&partnerID=40&md5=8c3c38dd6856e70b75098ce50a10c1e3>

Universidad de los Andes – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Contaminación Atmosférica. Minambiente.gov.co. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1801:planta-antilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-2>

- Vinoth Kanna I., Vasudevan A., Subramani K. (2020). Internal combustion engine efficiency enhancer by using hydrogen. Scopus.com. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85045276255&doi=10.1080%2f01430750.2018.1456961&partnerID=40&md5=2ad0c22507a91d15c0471adfc34b1ba4>
- Walwyn, D., Bertoldi, A. y Gable, C. (2019). Building the hydrogen economy through niche experimentation and digitalisation. Scopus.com. <https://www-scopus-com.cvirtual.cesa.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85056078248&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=hydrogen+policies&nlo=&nlr=&nls=&sid=cd69a9ccd06818b2146452f9620e9e0b&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubjabbr%2c%22BUSI%22%2ct%2c%22SOCI%22%2ct&sl=32&s=TITLE-ABS-KEY%28hydrogen+policies%29&relpos=9&citeCnt=1&searchTerm=>
- Wietschel, Ball. (2009). The hydrogen economy: Opportunities and challenges. Scopus.com. <https://www-scopus-com.cvirtual.cesa.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-84928758117&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=A+hydrogen+economy%3a+Opportunities+and+challenges&nlo=&nlr=&nls=&sid=4d5ae24a03d80fe50baf3552a5d7304a&sot=b&sdt=b&sl=63&s=TITLE-ABS-KEY%28A+hydrogen+economy%3a+Opportunities+and+challenges%29&relpos=51&citeCnt=84&searchTerm=>

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1: ENTREVISTA A MARIA FERNANDA SUAREZ – EX MINISTRA MINAS Y ENERGÍA**

**– EX MINISTRA MINAS Y ENERGÍA, VICEPRESIDENTA EJECUTIVA ESTRATEGIA Y FINANZAS EN ECOPETROL, MIEMBRO JUNTA DIRECTIVA CENIT TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS, MIEMBRO JUNTA DIRECTIVA DE ISAGEN**

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Nosotros digamos queremos validar si puntualmente una infraestructura energética alternativa como lo sería los puntos o estaciones de recarga de este combustible de hidrógeno pueden llegar a aumentar la adopción de estas tecnologías y eventualmente aumentar las ventas de estos vehículos de cero emisiones. Estuvimos chismoseando tu hoja de vida antes de la de la reunión, pues tú tienes una gran experiencia en el sector energético, pues por ahí vimos que has sido miembro de varias juntas directivas de empresas del sector y pues claramente tu cargo como ministra de Minas y Energía, pues es una visión que le va a dar mucha, mucha fuerza a nuestro trabajo. Nosotros hemos estado revisando, digamos, algunos planes de una presentación que Jorge nos había pasado, que habías hecho justamente de todo este plan a mediano y largo plazo del cambio en la matriz energética que va a tener el país. Nos gustaría de pronto arrancar por ese lado. Nos puedes contar un poco más como ha sido esa transformación, esta transición energética puntualmente para el sector automotriz. Y qué papel juega el sector automotriz en esta? Y ya después estaríamos un poco unas preguntas relacionadas con el tema del hidrógeno, que no pasa nada si digamos, no hay conocimiento profundo de ese tema puntual, pero podemos ir mirando si podemos hacer analogías con lo que sería la tecnología de carros eléctricos, que pues viene funcionando de la misma forma en cuanto a la adopción. Ok, entonces nuevamente gracias por el espacio y no sé si nos puedas entonces contar en ese orden de ideas sobre este plan que tiene el gobierno en el core, en el mediano y largo plazo.

Maria Fernanda Suarez: Bueno, muy bien.

Maria Fernanda Suarez: Yo empezaría por decirles que cuando digamos se diseñan políticas públicas mucho de lo que uno busca, digamos, es ver cómo en dónde están los paretos a los problemas. Y siempre hay un área en donde uno tiene un montón de restricciones desde el punto de vista como de beneficios o de cosas que puede dar en impuestos o en otro o en otro tipo de cosas. Y esto es para decirles que cuando uno ve, digamos, la problemática de Colombia desde el punto de vista de medio ambiente y de emisiones de carbono, digamos, yo creo que no lo tiene que ver como dos puntos de vista desde el punto de vista ambiental. Uno, el tema de emisiones de carbono y otro el tema de contaminación del aire. Las ciudades que como ustedes van a ir al al, al tema de vehículos eléctricos. Ese capítulo dentro de su tesis, digamos, de entender muy bien como dónde está situado Colombia en la problemática de calidad del aire y la problemática de emisiones de carbono les va a ayudar a contextualizar que tan importante es transporte, digamos, dentro de toda esa, dentro de toda esa situación y por dónde uno digamos, se debería meter. Entonces desde el punto de vista de emisiones de carbono en el último, en la última medición. Eso sale ahí, en el IDEAM en el inventario de emisiones y eso yo creo que está en mi presentación de cuando hice esa presentación del CESA, transporte si no me falla la memoria representa el 15 por ciento del total de emisiones de carbono del país y a nivel global, Colombia representa el punto 4 por ciento del total de emisiones de carbono del mundo. Entonces, cuando uno ve, digamos, el tema de emisiones de carbono por transporte en Colombia situado dentro del mundo y emisión y transporte como componente del total de emisiones en Colombia es muy importante lo que pasa en transporte. Sin embargo, digamos que uno necesita darle un impulso a las tecnologías, saber cuál es el momento adecuado para que las tecnologías entren. Pero claramente, la mayor problemática que tiene Colombia en temas de emisiones de carbono es el tema de deforestación y cambio en el uso del suelo, principalmente agricultura.

Maria Fernanda Suarez: Entre deforestación y agricultura. Es más del 50 por ciento de las emisiones de carbón. Cuando uno hace eso, pues transporta de campos es importante, pero eh. Pero. Pero hay que entenderlo dentro de esa dimensión. Ahora, cuando uno va a calidad del aire Bogotá y Medellín pues tienen unos problemas de contaminación de calidad del que es supremamente con

Maria Fernanda Suarez: Si en algún momento me dejan de ir bien, me dicen y quito el video o algo bueno? Bueno, entonces diciendo que busquen un estudio de la Universidad de los Andes que hizo sobre calidad del aire. Y ahí sale en calidad del aire las ciudades, cuánto es por fuentes fijas o sea da por industria. Y cuánto es por fuentes móviles.

Maria Fernanda Suarez: Entonces, por transporte masivo encuentra como, digamos, como conclusión general, que la obsolescencia a los vehículos del parque automotor es como la mitad de la causa de la problemática de la calidad del aire. No me se los porcentajes, pero digamos que el 70 por ciento es porque tenemos un poco todo el tema de buses y y transporte de carga. Son vehículos muy antiguos. Pues todo eso es decirles que el pedazo de, eh, digamos, de vehículo particular, pues ocupa digamos, un espacio eh pequeño dentro del problema. Esto es muy distinto a lo que pasa en Europa. Muy distinto a lo que pasa en en otros países desarrollados, en donde la intensidad del uso del vehículo particular hace que el vehículo particular sea una de las mayores problemáticas. Entonces, cuando ustedes entran a hidrógeno, yo creo que vale la pena hacer como una, primero entender eso para para poder dimensionar el problema. Y por qué les digo todo esto? Porque al final, eh? Si ustedes dicen oiga, y si? Y si el hidrógeno es una tecnología viable, el gobierno incentivaría esa tecnología? Claro que si la incentivaría. Pero la restricción no es un problema de incentivar o no incentivar, es un problema el costo de la tecnología y el nivel de madurez en el que que está la tecnología.

Maria Fernanda Suarez: Entonces yo no sé hoy en día, digamos cuanto puede costar un vehículo, digamos de hidrógeno. Todavía no hay ciudades, digamos, en donde haya la infraestructura suficiente para poder recargar y para que funcione bien. Pero en el caso del eléctrico, aún cuando nosotros en la política, en la Ley de Movilidad Eléctrica le quitamos el IVA, le quitó aranceles, quitamos el pico y placa, redujimos el costo del SOAT, un vehículo eléctrico cuesta tres veces lo que cuesta un vehículo a gas, por ejemplo, o un vehículo de combustible líquido, un vehículo a gasolina. No pareciera ser el caso. Y de pronto eso es algo en donde me parecería que sería interesante que lo miraran y que financieramente lo vieran. Y en eso, por ejemplo, pues ENEL es muy bueno, en tratar de ver, porque cuando uno ya no, no ve solamente CAPEX, digamos para pensando más en transporte masivo, porque esto para transporte individual el impacto es es muy reducido, pero pensando en transporte masivo , por ejemplo en los en los buses eléctricos que adjudicó que se adjudicaron de Transmilenio en donde ENEL se ganó proveer como los sistemas de carga cuando uno ya ve el OPEX, si no estoy mal a diez años ya empieza a tener, digamos, algún sentido económico después de estos incentivos que hay. Entonces, algo que es interesantes en hidrógeno y ahí es donde les digo no se nada, porque me parece que para Colombia la tecnología todavía está en un punto en donde el día que la tecnología evolucione más y sea más asequible, pues va a ser más interesante para Colombia, pero no veo yo la tecnología ya en ese punto. Y entonces ahí hoy y hoy ustedes de dirán, digamos, un un Transmilenio, un bus eléctrico frente a un bus de hidrógeno, a cuánta distancia está? Y yo lo veo o parte de lo que uno lee, estamos como estaban las renovables, digamos solar y eólica hace diez o quince años y que después era una caída dramática, digamos en la en la tecnología muy fuerte. Y que eso es lo que debe pasar con el hidrógeno.

Maria Fernanda Suarez: Entonces yo diría claro. El día que eso pase, bienvenido. Antes Colombia no tiene.



Maria Fernanda Suarez: Osea, Colombia no está en el lugar para, por ejemplo, invertir plata del presupuesto de la Nación o del presupuesto de Bogotá que necesita para vías o que se necesita para otras cosas, para subsidiar un desarrollo de una movilidad del hidrógeno, porque la tecnología todavía está muy costosa. Y uno ve que los que están invirtiendo son Europa, Corea del Sur.

Maria Fernanda Suarez: Y yo ahí si diría uno tiene que tener una aproximación un poco pragmática porque las porque es deseable, por supuesto, pero somos lo suficientemente ricos para poder meter plata a desarrollar la tecnología? muy difícil. Sobre todo la tecnología digamos ya como automotriz o cosas de ese estilo donde yo creo que hay una oportunidad y que también valdría la pena que lo miren es porque, por ejemplo, Ecopetrol está viendo cuál es el proceso que tiene que hacer para desarrollar fuentes de hidrógeno a partir de los hidrocarburos. Ahí el problema que tienes desde el punto de vista del medio ambiente.

Maria Fernanda Suarez: Bueno, entonces Ecopetrol para sacar hidrógeno a partir del gas. Lo que pasa es que cuando uno separa el gas del hidrógeno, genera emisiones de carbono. Entonces la otra tecnología que uno tiene que tener presente y que tiene que ver, digamos, cuál es el ritmo de evolución de esa tecnología. Porque yo creo que es probablemente lo que dispararía más rápidamente que haya fuentes de hidrógeno pues que no sea electrólisis, y que sea buen precio es captura de carbono. Entonces Oxy, por ejemplo, y Ecopetrol han estado trabajando en un piloto Oxy mundial de una tecnología que se llama carbon capture and storage que lo que hace es capturar el carbono y tú reinyectas ese carbono otra vez. Entonces lo que uno hace es que coge el gas, separa el gas del hidrógeno y el carbono lo devuelve a reinjectarlo, digamos, a los campos.

Maria Fernanda Suarez: Esa tecnología es muy debatida. Por ejemplo, el presidente ENEL a nivel mundial, dice que esa tecnología nunca va a ser rentable. Yo he estado en debates, en un debate en el Foro Económico Mundial, en donde estaba la presidenta de Oxy, donde estaba el Presidente ENEL. Y él decía esa tecnología nunca va a funcionar. Ya la hemos ensayado, ya hemos tratado y eso nunca va a ser económicamente viable. No, yo no lo sé. Digamos, eso es parte de lo que ustedes tienen que entender, eso que es. Yo creo que una vez cualquiera de esas tecnologías haga que sea económica. Lo importante es situarse y analizar y decir aquí no es un problema de deseo, no es un problema de competencias energéticas y que haya energéticos que no quiera que no estén en la canasta. Es un puro problema de costo. Por cualquiera de los medios, si la tecnología llegue a ser asequible pues yo creo que se va a ver por sí sola. Qué creo yo que nos hace falta, digamos, en la regulación colombiana o no, ni siquiera en la colombiana, creo que en el mundo entero. Colombia todavía es un país en vía a

desarrollo. Y cómo y cuándo ustedes van a sus debates de energías renovables, es clarísimo el énfasis que le está dando Europa. Clarísimo. Y cómo se la está jugando. Y ahora en el Grindelwald para el recovery de post COVID, pero India y China no les interesa nada. O sea, ellos, piensan tipo si eso es allá una gente que es una población muy pequeña y ricos e tratando de sacar eso adelante. Pero India y China están en su desarrollo. Y sin India y China, pues no hay mucho que podamos hacer. Entonces ahí uno empiezan el debate cómo juega Colombia, o sea, cómo Colombia de alguna manera está listo para impulsar las nuevas tecnologías, pero el interrogante es si verdaderamente es nuestro rol y nuestra capacidad desarrollarlas. Difícil.

Maria Fernanda Suarez: Yo diría que una vez está la tecnología, ya es montar la red, montar la producción. Eso no, eso no me preocupa tanto.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: O sea, muchas gracias por toda la información. Ahorita queríamos ya enfocarnos un poquito más en el tema de de las celdas de hidrógeno puntualmente. Entonces, básicamente tenemos ya esta información, que es como un poco el panorama actual de lo que está pasando en Colombia, de que las cosas no se realizan por el tema del costo. Pero nos gustaría saber un poquito más qué ventajas y desventajas tiene esa tecnología además del costo. Es decir, qué otras cosas hacen que esta tecnología no sea viable para Colombia?

Maria Fernanda Suarez: No, la tecnología es viable yo no le veo, digamos, un problema o un efecto, alguna razón por la cual una tecnología donde tú puedes generar un energético que produce cero emisiones no fuera viable. Es perfectamente viable. De hecho, yo creería que por ejemplo en nosotros en el Plan Nacional de Desarrollo que ustedes mencionaban está todo el tema de movilidad sostenible, eficiencia energética y fuentes renovables de generación eléctrica. Y todas esas fuentes tienen exención de IVA y arancel. Entonces, si alguien quiere poner un parque de celdas de hidrógeno y empezar a generar, pues el incentivo inicial para que no haya un sobre costo impositivo al CAPEX. En principio está ahí.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Perfecto María Fernanda, a mi me gustaría aprovechar estos últimos minutitos para hacerte dos preguntas puntualmente. Partiendo que tu experiencia o de la experiencia del gobierno como tal, es más enfocada al tema de vehículos eléctricos, que es lo que tenemos ahorita en el país. La primera pregunta es si tú consideras que si se tiene una infraestructura de puntos de recarga podría llegar a aumentar el interés de los consumidores o si realmente hay factores que van por encima de esa infraestructura. Esa sería, digamos, como una pregunta puntual. Y la segunda es este tema de implementar una infraestructura. Pues yo siento que juegan varios agentes que juegan el gobierno que juega en las empresas

del sector automotriz, las, digámoslo así, las grandes marcas de de vehículos y pues la industria energética. Te quería preguntar en esa, en esa, en ese orden de ideas, cómo es esa relación entre estos tres entes para hacer este tema de infraestructura, para que sea viable y para su instalación y además.

Maria Fernanda Suarez: Muy bien, pues no, yo creo que infraestructura por supuesto que es absolutamente clave y la apuesta siempre ha sido a tratar de generar un paralelo en ir desarrollando la infraestructura en la medida para que cuando las tecnologías por lo menos es la puesta en la eléctrico, para que cuando la tecnología de los eléctricos ya lleguen a un precio que en donde los colombianos realmente la puedan comprar, pues ya se la infraestructura. Y ahí digamos que el hidrógeno debería funcionar de la misma manera. No hay en este nivel, digamos ningún plan de generar infraestructura de hidrógeno, porque la tecnología digamos que todavía se ve como una tecnología que tiene un tiempo importante para llegar antes de que pase lo que ya les dije que sea asequible, que este probada de que funcione. Entonces, diría que una vez esté en el nivel de madurez adecuado y que uno diga oiga, ya está probado, ya va a llegar, seguramente se va a desarrollar la infraestructura. Me imagino va a ser una infraestructura que por su naturaleza va a estar sobre todo vinculado al sector eléctrico y cómo va a jugar el sector de gas, porque desde el punto de vista de infraestructura tiene muchas más similitudes con la infraestructura que uno necesita para redes de gas. Pero esas discusiones si diría que todavía están, digamos que muy en una etapa muy inicial.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Y actualmente para el tema de vehículos eléctricos e instalación de puntos de recarga. Cómo se maneja eso, el Gobierno tiene conversaciones con estas empresas del sector energético y con las empresas del sector automotriz o como funciona esa instalación de puntos de recarga.

Maria Fernanda Suarez: Sí, lo que uno hace desde el gobierno es hacer dos cosas. Uno, los incentivos tributarios. Piensen que el IVA es el 19 por ciento urbana, que puede ser del 5 al 10 por ciento. O sea que hoy va 30 por ciento de recarga incluido, por ejemplo, los cargadores eléctricos y por esa vía, digamos, de incentivos tributarios más otro tema que es muy importante, que está más en energías renovables. Pero tú puedes deducir el 150 por ciento del CAPEX de los impuestos en infraestructura de recarga. Lo otro que hicimos es que en algunas ciudades, en Medellín, Bogotá, Cali, conseguimos puntos

Maria Fernanda Suarez: 3 puntos especiales para incentivar la carga en Bogotá y Cali. Pero cuál es la expectativa? La expectativa real es que esto lo debe desarrollar el sector privado, osea, para ENEL tiene que ser un negocio poner estaciones de estaciones de carga. Celsia hizo un join venture para cargadores para no tener que importar. Entonces uno desde el

gobierno lo que te trata, es de poner los incentivos suficientes para buscar desarrollar el mercado y parte de lo que tienen que hacer las empresas es jugársela, porque ahí siempre es que es primero el huevo, la gallina. Entonces, por ejemplo, toda la ruta Bogotá, Medellín ya Terpel tiene estaciones de carga en toda la ruta. Que si eso le da plata Terpel? con seguridad que no, pero se la está jugando, porque es primero el huevo o la gallina. La gente dice "ya que no compro carro eléctrico porque sólo me sirve para la ciudad" Y ahí en donde es muy difícil el tema del costo del vehículo. Porque la masa crítica que tú necesitas para que la gente ponga cargadores en toda la ciudad, y quién puede comprar un carro eléctrico? Solo la gente rica que en Colombia es el 3 por ciento de la población, no? El 1 por ciento.

Maria Fernanda Suarez: Entonces, masa crítica no va a ver en carros eléctricos en Colombia. No porque no seamos ambientalistas, no porque no queramos. Ya el gobierno le quitó todo. O sea, piensen en las necesidades que hay hoy. Qué dirían ustedes si yo le digo bueno, listo, entonces yo le voy a meter 30 millones por eléctrico que vendan. El Gobierno lo va a regalar para que el mundo se cambie a eléctrico y aún selecto, 30 millones cuesta el doble que un carro de gasolina o un carro de gas. Es muy difícil. Por eso nosotros todo el tiempo decíamos que la transición energética, digamos de alguna manera el gas por ahora, que generará un 40 por ciento menos de CO<sub>2</sub> que un vehículo de gasolina tiene un rol muy importante porque ya el carro, el motor de gas si tiene el mismo costo de un motor de combustible.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Perfecto. Vale, perfecto. Maria Fernanda me gustaría hacer una última pregunta ya para cerrar. Nosotros en tu presentación vimos que hay una expectativa de aquí a 2030 de que hayan más de 600 mil vehículos eléctricos en el país y que la expectativa a 2050 es que el 30 por ciento de los vehículos sean cero emisiones. Desde tu opinión personal, me gustaría preguntarte si tu consideras que esta meta si se puede cumplir y si la respuesta es no.. Qué haría falta para cumplirla?

Maria Fernanda Suarez: Yo sí creo que la meta propuesta se va a cumplir.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Eso se está viendo actualmente. Se han matriculado más carros eléctricos durante este año que los otros carros, por lo que se nota. Entonces, tú crees que eso va a ser una tendencia que va a aumentar. Que la gente va a seguir comprando más carro eléctrico que el carro convencional?

Maria Fernanda Suarez: Yo creo que con la concientización que tiene todo el mundo, etcétera. Sí, sí, sí, sí, seguramente va a ser así. Y cuando ustedes ven, por ejemplo, en los rankings de

ventas de vehículos eléctricos en Colombia en el 2019, en Latinoamérica es el país que más vehículos eléctricos como proporción de la flota total se vendió BMW las ventas en Colombia de eléctricos fueron como el tercero o cuarto país del mundo. Eso es muy impresionante. Pero pues ustedes saben cuántas personas en el mundo compran BMW?

Maria Fernanda Suarez: A lo que hay que seguirle mucho la pista es a como evoluciona la tecnología y los carros eléctricos. Pues la clave es como como disminuye el costo de las baterías. Ese realmente es el es el quid del asunto. Y ahí en los informes que hay pues sigue bajando mucho los costos. En hidrógeno no sé cual es el estatus realmente. Diganme ustedes cuál es el estatus en competencia en este momento?

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Pues si quieres yo te comento eso. Básicamente se han hecho diferentes informes relacionados con el tema y cuánto va a costar una plataforma o una instalación que sirva como fuente de recarga de sus vehículos más allá de la tecnología en los carros yo creo que nosotros como nos estamos enfocando puntualmente la infraestructura. Están diciendo que actualmente eso puede costar entre unos 20000 y 50000 dólares para solamente instalar una plataforma que tenga la suficiente capacidad de generarle el combustible a muchos carros en una zona puntual.

Maria Fernanda Suarez: Todas las investigaciones las hacen por mantos, pero cuando tú algo que tienes que poder comparar es es el carro frente a las otras fuentes de energéticos de un carro. Ya cuando esas 20000 a 50000 dólares es una plataforma para cargar cuantos carros?

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Pues básicamente eso. Eso es lo que te decía de las mediciones de las áreas. Entonces básicamente ellos apuntan a que una área determinada o un sector determinado tiene tantas personas y que de esas personas por ahí el 50 por ciento que puede adquirir un carro eléctrico y de ahí hacer el cálculo para decir que si esa estación abastece a cierto monto de carros.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Y actualmente y actualmente el costo de un vehículo de hidrógeno es mayor que el de un vehículo eléctrico. Teniendo en cuenta que el vehículo eléctrico de por sí es bastante costoso. El vehículo hidrógeno puede costar un poco más debido a que los materiales para lo que es la celda de hidrógeno que va dentro del automóvil y que es la que genera la energía, tiene materiales que son un poco costosos, pero ya están

viendo diferentes alternativas para estos materiales. Pues alternancias mucho más económicas. Y en cuanto al combustible hidrógeno como tal actualmente está en casi el doble de lo que sería recargar un vehículo eléctrico, pero lo que se espera en el largo plazo y un estudio muy bueno que encontramos del Ministerio de Ambiente en colaboración con mckinsey, era que a 2030 se espera que el precio, el hidrógeno como combustible sea un tercio de lo que costaría recargar un vehículo eléctrico. Entonces, lo que lo que están apuntando y por eso es que los países están implementando tanto esta tecnología es precisamente porque listo ahorita pues claro como es una tecnología nueva, sigue siendo muy costosa, pero a medida que van pasando y que va avanzando es se van encontrando alternativas, se van volviendo más eficientes los procesos. También el costo de las energías renovables van disminuyendo y pues la idea es que el hidrógeno se haga por medio de electrolisis, que pues sería lo ideal. O está también la opción que tú nos mencionabas del hidrógeno azul, que es precisamente producir hidrógeno con gas, pero haciéndolo bajo ese proceso de almacenamiento, es de CO<sub>2</sub> que se desprende. Entonces es eso, digamos. Nosotros hemos visto mucha literatura del tema, hemos encontrado muchos estudios relacionados directamente con lo que nosotros estamos preguntando, de que si una infraestructura de puntos de recarga ayudaría a aumentar la venta de estos vehículos y lo que hemos encontrado es que realmente la correlación entre estas dos cosas es es muy baja, es mínima, porque claramente los consumidores, los usuarios finales están más preocupados por el precio del automóvil y del combustible y ya. Pues el tema la infraestructura es casi que un un must de lo que debería estar para yo también poder comprarme ese tipo de carros. Pero lo que hemos encontrado en implementación de otros países, todos tienen la misma conclusión de que este tema de la infraestructura realmente no afecta el aumento de las ventas de estos vehículos. Y por eso queríamos también preguntártelo para ver de pronto tú qué percepción tenías sobre esta fórmula, este. Esta investigación como tal.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Por último. Ya sabemos que el papel que juega las empresas del sector eléctrico termina siendo un papel de saber jugarsela para ver quién pone primero la piedra y que comienza a generar una infraestructura alrededor de esto. El Gobierno tiene que ver como le pone el camino más fácil a las empresas del sector privado?.

Maria Fernanda Suarez: En el Ministerio de Minas y Energía y con la UPME que es la Unidad de Planeación Minero Energética se están haciendo un estudio para poder hacer como una hoja de ruta de cómo desarrollar el mercado del hidrógeno y cuáles son las oportunidades para Colombia. Lo que hace el gobierno y lo que hace en estas dos instituciones de alguna manera es encontrar cuáles son esas barreras que tenemos que remover para asegurar que esto funcione. Entonces supongamos por un minuto que aunque no creo, pero supongamos por un minuto que el hidrógeno no estuviera incluido dentro de las exenciones que hay de IVA, aranceles, etcétera. Entonces, tenemos que remover esos costos tributarios. Otra posibilidad y

sobretudo en hidrógeno, pues es diseñar un mecanismo regulatorio. Esto sí, seguramente va a ser muy importante en hidrógeno. Hay que ver, desde el punto de vista de cómo por ejemplo, cómo se desarrolló el mercado de gas natural, que es muy similar, que llega a las casas porque antes todos teníamos pipetas. La manera como eso funciona y eso lo hace la CREG, es que uno le asegura al que va a construir la infraestructura un ingreso y toda la demanda paga paga ingreso. Entonces esa regulación es la que se hace cuando ya sea necesario desarrollar una infraestructura completa de eso. Pero si es un piloto alguna o la otra cosa que podría hacer el gobierno, por ejemplo, es hacer un piloto y meterle la plata y hacer ellos la infraestructura de carga. Yo no lo haría. Por qué? Por lo que les estoy explicando. Pucha, yo tengo todavía 500 mil colombianos que no tienen acceso a la luz eléctrica. Tengo, eh, un millón y medio de familias que cocinan todavía con leña, con leña, priorizar la plata, lo del impuesto de la plata pública para hacer una estación piloto de carga. No, nosotros no somos ese país. No es que no me parezca una gran idea, me parece fabuloso. Pero no lo veo tan claro con esa plata. De pronto, dónde podría uno mirar? Y es, eh, desde el de La Plata, por ejemplo, en Ciencia y tecnología, porque ciencia y tecnología si tiene esa misión de desarrollar nuevas formas, digamos que nuevas cosas y de pronto igual la pena que mi miren todas las oportunidades. Pero bueno, en Colombia realmente las oportunidades están más de energías renovables, pero en la visión de sabios, pues hay un montón de cosas relacionadas, como con todo oportunidades.

Maria Fernanda Suarez: Yo no tengo presente ahorita, si hay algo que haga falta de parte del Gobierno, eso se lo podrían preguntar ENEL para que realmente el mercado se desarrolle. Nunca mientras administra ni ENEL ni ninguna de todos los que saben esas cosas fueron decirme Ministra hagamos algo relacionando al hidrógeno.

Maria Fernanda Suarez: Eso seguramente va a llegar, pero no ya! Mi visión es que eso va a ser un un desafío del 2025. Ojalá más rápido. Pero no lo veo ya . Y por ejemplo, miren el ejemplo, un ejemplo que le sirve a uno mucho, es el ejemplo de energías renovables.

Maria Fernanda Suarez: No convencionales con solar y eólica. España se la jugó. Montó una cantidad de plantas solares y eólicas a un costo altísimo para los consumidores. Claro, eso ayuda a que se desarrolle el mercado. Ayudó a que el costo fuera menor y que todos aprendiéramos. Nosotros entramos a hacer la subasta el año pasado y ya logramos en esa subasta que el costo fuera menor al costo de la energía tradicional. Pero si lo hubiéramos hecho cinco años antes, hubiera sido a costo que a ustedes y al Señor de estrato uno la energía le cueste más. Total. Y ahí es donde uno dice oiga, es muy bonito, pero Colombia, aunque parezca, en la posición en la que están diciendo, pero que falta de visión, deberíamos

ser más vanguardistas, deberíamos meter a la tecnología. Sería regio para el sector privado con la plata pública, salvo ciencia y tecnología, o salvo que Colombia como país tuviera algo para ganar porque va a ser un gran productor de hidrógeno, va a poder exportar, va a generar un montón de empleos. Osea, tiene que haber algo más que sólo decir no, pongalo, porque hay una cantidad de gente rica que quiere tener carros de hidrógeno porque nadie más los va a poder comprar. Si me entienden. No fue falta de visión, es deseable, pero uno tiene que entender cuáles son las limitaciones que hay desde la política pública. Lo que deberían mirar es si para hidrógeno hay algo regulatorio que haga falta. Si hace falta quitar el IVA a quitar el arancel, porque eso lo veo posible ya sacar plata, plata solo en ciencia y tecnología.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Y ahíte pregunto María Fernanda Desapegarte de ciencia y tecnología, ese presupuesto que se tiene, habría forma de contemplar de alguna manera bonos para que la gente, por decir algo, pueda comprar sus vehículos aún más baratos?

Maria Fernanda Suarez: Pero ahí es en donde tú cómo crees que es el debate público cuando hay gente que no tiene energía? Pero yo a ti de estrato 5, que eres el que destrato, 6 que eres al que puedes meterle 70 millones de pesos a un carro, te regalo 30 pa que no te cueste cien si no te cueste 70. Con eso yo logro que una familia en Colombia que no tenga acceso a la luz eléctrica la tenga. Ahí es donde yo digo, yo los yo los entiendo, yo los veo tal. Y por eso les digo no es falta de visión, es un tema de cómo uno prioriza. Miren, una cosa que se me olvidó, que es muy importante que estudien en este tema. Y es el tema carbon pricing. Y todo el tema que tiene que ver con mercados de carbono, porque lo que lo que hace falta en esta ecuación de tecnologías limpias es que el que el que tiene el carro de gasolina esta pagando por esa tecnología y por el combustible, pero no está pagando por los efectos negativos que está generando la sociedad que genera sobre la salud en calidad del aire, en emisiones de carbono y lo que necesitas tener ese mercado de carbono para que cuando alguien vaya a escoger entre el hidrógeno y el de gasolina tenga la prima que se le deduce por no emitir y al de gasolina le pone uno el costo por emitir y dañar la calidad del aire con todo. Pero eso sólo se desarrolla con un mercado de carbono y ese mercado de carbono sido la mayor discusión en todas las discusiones ambientales, por ejemplo en la COP 25 y es gran parte de la discusión de la COP 26, porque eso suena muy bien. Pero fíjense ahí la doble moral de los europeos. Los europeos no han querido entrar al mercado de carbono porque ellos son los mayores contaminantes del mundo y los americanos. Entonces ahí es en donde uno tiene que decir pucha, o sea, tampoco vamos a ser. O sea, hay que entender el equilibrio. Colombia emite .4 por ciento del total de emisiones. Cierto? Ehm. Esto, señores, claro que le tienen que meter la plata a la hidrólisis al hidrógeno a , porque ellos son los mayores contaminantes del mundo y más per cápita. Un europeo, por año genera cuatro veces las emisiones que un Colombiano.



Maria Fernanda Suarez: Y ahí es donde, aunque les digo miren esa doble moral de los Europeos. Pero yo digo, si ellos realmente quisieran, lo mejor es ponerle un precio al carbono y que ese precio al carbón es algo que me pienso mucho. Pero si eso pasara, por ejemplo, los europeos deberían pagarnos a nosotros colombianos por proteger el Amazonas, porque el Amazonas es uno de los de los pulmones del mundo. Pero hoy, si ellos no están dispuestos a hacer eso, por eso yo les empecé por cambio climático, por calidad del aire. Para que vean toda la película. Y ahí pronto diseñan algo innovador. O deberían ser los europeos los que en vez de que el presupuesto de Colombia ponga 30 millones de pesos para un carro, que ellos subsidien los vehículos.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Muchas gracias por el tiempo. María Fernanda, muchas gracias por el tiempo, por las explicaciones y por los y las recomendaciones que verdad fueron muy youtubes y va a ser bastante riqueza. Ideales para el trabajo. Muchas gracias.

Maria Fernanda Suarez: Muy bien, me alegra mucho que les vaya muy bien y mucha suerte con el trabajo.

## **ANEXO 2: ENTREVISTA A CARLOS ORTIZ – DIGITAL PLATINION IT TRANSFORMATION SENIOR MANAGER EN BOSTON CONSULTING GROUP (ENERGY INDUSTRY)**

Carlos: Obviamente nosotros teníamos un interés desde las empresas utilities que son, digamos, como las que están mandadas a establecer esas autopistas eléctricas. Vale, porque todo lo que tenga electricidad en teoría es un negocio de interés y que les podría funcionar a ellos. Entonces, claro, de ahí origina que es lo que tiene que ocurrir a nivel de las empresas que tienen la capacidad de hacer las inversiones para que todo el tema de la movilidad eléctrica se haga realidad. Entonces es un tema que a mí siempre me había llamado la atención y particularmente cómo llegué a este tema. Alguna vez asistí a una charla, asistí a algo en que alguien decía: "Oiga, este tema puede ser la amenaza del carro eléctrico, y es posible que lo del carro eléctrico sea simplemente una moda pasajera y que de repente llegue un salto y puf. Del día a la mañana estemos hablando de celdas de hidrógeno, ¿no? ¿Por qué? Porque. O sea, usted, usted. Me imagino que lo tienen completamente claro, pero, finalmente es lo más cercano a echarle un combustible a un carro utilizando la infraestructura que se tiene hoy en día de la gasolinera, ¿no? Entonces digamos que, aunque el carro es muchísimo más caro y de más, etcétera, etcétera, etcétera, digamos que era, es, es naturalmente como más, más cercano a cómo funcionan las cosas hoy que a cómo funcionan con las electrolineras. Desde ahí me empezó a llamar mucho la atención el tema. Leí, algo estudie, pues me acuerdo de que en ese momento hablaban como que habían sólo 3 carros comerciales. Me acuerdo de que el Toyota era el que más se movía y bueno, y el dilema detrás de esto era que producir el hidrógeno es un proceso que no es, que no es limpio, es un proceso que tiene un montón de procesos industriales por detrás, entonces si el carro te generaba cero emisiones. Pero ponerle esa gasolina, ese hidrógeno al carro era ineficiente y tenía una cantidad de procesos por detrás que hacían que ya no era nada sostenible. Es distinto a ponerle energía a tu carro, que venga de un molino, y que baje directamente a una batería y de la batería vaya al carro. Entonces ahí fue que me empecé a interesar y bueno, me gustaba mucho el tema, no lo volví a tocar mucho el tema, pero poderles ayudar en lo que necesitan ahora, entonces si quieren. Pues ya tienes unas preguntas de una disparen.

Samuel: De una Charlie. Muchas gracias. Perfecto. Entonces después yo arrancaría preguntandote Charlie, si de pronto has tenido un acercamiento en este sentido, de pronto al

tema de vehículos eléctricos, haciendo un poco la comparación con lo que tenemos aquí en Colombia en tu experiencia en este tema de resources y utilities. ¿Si has tenido de pronto alguna aproximación a este tipo de tecnologías de carros de emisiones, enfocándonos ya en eléctricos?

Carlos: ¿Te refieres como a manejar y tener un carro?

Samuel: Cualquiera de las dos opciones, o sea, de pronto que hayas tenido alguna experiencia o en algún proyecto o experiencia personal que nos puedas contar, de pronto un poquito. Algo sobre sobre movilidad sostenible. De pronto que sepas o bueno, que hayas tenido la oportunidad.

Carlos: Bueno, a ver, a ver. Siendo concretos. A ver. En lo que yo alcancé a trabajar cuando estaba en Accenture era en lo siguiente. El transporte, digamos, eléctrico, si es un transporte sostenible, de acuerdo. Pero en la hipótesis o la tesis que yo que yo manejaba y que sigo manejando, es que hacer la masificación de esto, de este servicio, de ese transporte, no tiene que ir de privados ¿vale?, lo que tiene que existir es desde de lo público ¿vale? buses como el Transmilenio, los buses de las ciudades. Lo cierto es que ese tiene que ser, digamos, el foco. Y después, en segunda medida, todo lo que es el transporte pesado. Vale. Y si ustedes miran las estadísticas de contaminación y demás, los carros particulares no son el foco de contaminación. Vale, entonces el foco que yo tuve siempre o la tesis que yo tuve no era hacer que la gente comprara más BMW I3 o Nissan Leaf. Creo que eso sigue siendo de nicho. Creo que sigue siendo para para gente aventurera. ¿Pero la pregunta era qué es lo que pasa desde el gobierno y qué es lo que pasa? Es de las grandes corporaciones que no adoptan y que no adoptan el transporte eléctrico. ¿Entonces de ahí lo que siempre trabajamos fue cuál debe ser la política de gobierno?Cuál debe ser el manifiesto de la movilidad eléctrica que tiene, que tiene que existir. Vale, entonces, en algún momento, cuando pertenecía al Consejo Mundial de la Energía, trabajamos en ese manifiesto ¿que es lo que debe? ¿Cuáles son esos principios y esos pasos para que realmente la movilidad se de? Y allí estaba principalmente el foco en todo lo que era el transporte público y en segunda media las empresas. Entonces, ¿qué es lo que se buscaba? Y finalmente plantear distintas soluciones. Yo te doy un ejemplo. Siempre hablábamos, por ejemplo, de que empresas como Bancolombia, que tenían negocio de renting deberían solamente arrendar vehículos eléctricos, por ejemplo, si ese era un tema de desde lo privado, desde lo público, se hablaba de por qué no está la excepción al IVA. ¿Cuáles son esas excepciones arancelarias que tienen que existir? ¿Cuáles son esos beneficios? ¿Qué voy a ganar yo cuando tenga un carro eléctrico a nivel del transporte de ciudad y demás? ¿Si eran como cuáles son esas políticas intervencionistas que tenían que darse para que efectivamente el transporte se masificará? Porque la pregunta detrás de todo esto es ¿cómo masificó yo esto? Vale, entonces, para concluirte siempre hubo un foco en el transporte público, después en el transporte pesado. Y el tema del privado todavía sigue siendo un tema de nicho, de quién tiene el dinero y de quién se puede arriesgar a probar en esas cosas.

Samuel: Vale, Charlie, gracias. Y ahí, de pronto, pues me surge la pregunta de no sé si nos puedas contar un poquito desde tu experiencia, ¿cómo es esa relación entre empresa del

sector energético con gobierno y de pronto empresa del sector automotriz? No sé si has podido presenciar algo de esta relación entre estos tres grandes actores.

Carlos: Mira, mira el tema es este. El negocio para una empresa de utilities no está en que tú empiezas a recargar tu carro eléctrico. ¿vale? Recuerdate. Que el negocio de esta gente es muy básico, es generar la energía, la transmito, opero la red y le cobró alguien por utilizarlo. Pero todo eso es regulado, todo eso es controlado y el dinero no está realmente en vender energía ¿vale?, es en la energía que cobramos nosotros, que pagamos nuestras facturas. Entonces para estas compañías el negocio no está en que ahora más gente haga una recarga de 4-8 horas. Vale que el equivalente si eso no ha cambiado, pero más o menos el equivalente. Yo me acuerdo de una tanqueada de un carro eléctrico, son como 11 mil pesos, una cosa así más o menos dependiendo el estrato, obviamente va a cambiar. Pero a ver, estas empresas no se van a ser millonarias con con cargas de once mil pesos, ¿si me entiendes? Entonces ¿dónde está el negocio? el negocio está es en aprovechar los canales que se derivan del negocio de la energía, vale. Ese es, ese es donde está digamos y esa es la relación, y eso es lo que buscan las empresas de Utilities al fomentar eso. Vale. Fomentan un ecosistema en el cual tú empiezas a hacer mayor consumo de otros productos que ellos tienen, ¿vale? Y que te permiten a ti mantenerte brandeado como una persona sostenible, ecológica. Entonces tú ya tienes un carro eléctrico hoy. Mañana ellos sacan un producto que quiere ser auto generador. Te vendo el kit. Entonces tú te compras el kit. Luego te dicen Oye, ¿quieres tener energía en tu casa? ¿Que tú puedas escoger la fuente de donde viene? No, yo quiero energía que solo venga de molinos de la Guajira. Entonces se va creando, digamos, una una suma de productos. Vale que al final eso es lo que sí es un negocio. Vale, y todo alegamos. Ahí es donde está el negocio futuro. Esa es la relación que ellos buscan y realmente no ve que Enel puso tres gasolineras para el Transmilenio, invirtió, eso le hace un montón de bombos y eso le hace un montón de ruido. Pero a ver, eso no debería ser algo para celebrar, en mi opinión. Vale, creo que eso no es un. Eso no es ningún logro. El negocio de ellos está más orientado a que todo empieza a girar en torno a su a, a su a su autopista de productos derivados de la energía. Creo que ese es como mi mi lectura del tema.

Samuel: Vale, Charlie. Gracias. Gracias por esa respuesta. Y ahí también me surge otra pregunta para hacerte. En relación a lo que me acaba de decir ¿tú cómo ves la implementación? no. Mejor dicho, ¿cómo ves la adopción de estas tecnologías de cero emisiones enfocadas en la industria automotriz o de o de movilidad como tal? ¿En este momento y a futuro?, ¿tú cómo ves esa parte? Y también desde la percepción del consumidor. ¿Tú cómo ves este tipo de tecnologías?

Carlos: Sobre lo que hablábamos, yo me acuerdo hace como dos años que estuvimos en el Congreso, hace como dos, tres años en Medellín, me acuerdo del Congreso que hicimos una exposición más o menos casi todos los expositores decían que Colombia estaba casi 20 años atrás de países como Noruega, por ejemplo, que creo que es el país que más tiene adopción de carros eléctricos y que aquí en Colombia estábamos 20 años atrás. Pero que estábamos 20 años atrás, pero que estábamos inclusive 30 años atrás a nivel de legislación. ¿vale? Porque ahí se revisaban varios aspectos, se revisaba bueno ¿cuál es la capacidad de adquisición que tiene Colombia para empezar a coger carros de ese estilo? y hacían una comparativa. Sí, y así

como para ponerla muy casuales. Un Nissan Leaf, creo que 130 y pico millones vale. Y si tu coges cuantos carros desde precio están circulando? Te das cuenta de que realmente no es un tema de. Osea, si hay una capacidad para adquirirlo, ¿no cierto? Más bien la gente no lo adopta por un tema de, se hablaba de un tema de muchos que debes desmitificar muchas cosas. Vale. De que no me alcanza para llegar a más de tantos kilómetros, de que si cargó la batería se me daña, que para poner la energía en mi casa tienen que ir a romperla y a desbaratar la toda de que los carros son suficientemente lujosos. De que yo no voy a gastar 150 millones de pesos en un carro que no tiene Apple Carplay. Entonces empiezan a salir un montón de de de de cosas de ese estilo. Y eso decía que básicamente a nivel de poder adquisitivo, Colombia es un país que tiene con que moverse la movilidad eléctrica. A nivel de legislación, estamos 30 años atrás. Creo que el año pasado todavía estaban esperando y no se sabía qué iba a pasar, si le iban a volver a poner el IVA a los carros eléctricos y que son medidas que no tienen ningún sentido en esto. Vale, entonces esa es la conclusión. En Colombia está masomenos unos 20 años atrás en la adopción de los de los vehículos eléctricos y por eso es que de ahí salía la tesis que yo les contaba de que en esos 20 años puede darse un salto y es que el carro de celda de hidrógeno. Puede saltarse la curva del carro eléctrico, esa era como la tesis y eso era lo que el decía que porque yo me empecé a meter en eso. Entonces pues para concluirles la idea lo que les digo, yo creo que todavía falta, falta bastante. Hay un tema ahí que también es la analogía es cuando salió el CD. Entonces que habían diez tipos de CDs, etcétera, hasta que sólo uno ganó y todos son los CDs que conocíamos. Pero hay un tema con la tecnología, digamos que no se ha unificado todo el tema de las electrolineras. Tú tienes un carro y cada carro tiene un cargador distinto ¿vale? cada uno carga de una forma, cada uno carga otra manera. Entonces llegar a una electrolinera significa que la electrolinera tiene que tener diez conectores distintos, diez cargadores distintos para ver cuál le sirve a tu carro. Entonces hay un tema estandarización que todavía a nivel mundial, ni siquiera ha cerrado y menos va a cerrar en Colombia, ¿vale?. Hay un tema de mitos. Y no, la verdad es que yo creo que todavía Colombia es un país que está que está lejos todavía de la adopción masiva del transporte público en lo privado.

Samuel: Si. Totalmente de acuerdo. Aquí hay un atraso gigante frente a frente a este tipo de tecnologías y la regulación de por si no no ayuda ahorita. Pues ojalá con estos nuevos planes y con estos ajustes al plan de transición energética y demás y ya con toda la evolución que ha tenido en los últimos dos años el tema de las energías renovables, pues se espera que eso se acelere en ese sentido, ese tema regulatorio. Ahí veo que Pablo abrió micrófono si quiere Pablo hagale.

Pablo: Bueno, pues Charlie a mí me surgió una pregunta y va un poquito relacionada con el consumo. Entonces yo le quería hacer la pregunta de ¿cuáles cree usted que son como los puntos claves para que las personas adquieran estas tecnologías? Como ¿qué cosas deben ser necesarias que existan para que las personas hagan esa transición?

Carlos: Estamos hablando de carros eléctricos o de carros de cero emisiones, porque ustedes ya saben que una cosa es un carro eléctrico, otra cosa es un carro hidrógeno y ambos son carros de cero emisiones de aquí. Pero sí, pero un carro de celdas, me acuerdo que vale como

cuatro veces más que un carro normal, son mucho más caros los de dos de hidrógeno que los eléctricos.

Samuel: Si vale un poquito más que los eléctricos. Pero yo creo que más que eso, nos referimos a carros de cero emisiones, Charlie. Y ahí como para no segmentarlo solo a eléctricos.

Carlos: ¿Como era otra vez la pregunta Pablo?, repítela otra vez.

Pablo: La pregunta es: ¿cuáles cree usted que son los puntos claves para que las personas consuman este tipo de tecnologías? O sea, ¿qué cosas deben ser necesarias para hacer la transición a la tecnología?

Carlos: En un país como Colombia, con la cultura en Colombia, se necesitan incentivos a nivel de gobierno ¿vale? Creo que eso también lo hablábamos alguna vez en alguno de estos foros y se decía que el colombiano funciona es con incentivos, con: "Oye, mira, ya no hay pico y placa". "Oye, mira te voy a regalar la cargada del carro por 5 años gratis." "No vas a pagar impuestos." "Vas a tener zonas privilegiadas de parqueo." Ese es el tipo o sea funciona con incentivos. Vale ya las tecnologías, vale y con todo un tema de incentivos y todo un tema de aranceles que se tienen que bajar para que pues el costo del carro siga siendo competitivo. También qué pasa en el mercado colombiano tiene un tema y es que la persona que adquiere ese tipo de carro es una persona, tiene un poder adquisitivo importante y es una persona que muy probablemente antes de tener ese carro tiene otro carro de gama alta. Vale que le brinda una serie comodidades y le brinda una serie de lujos. Vale que, al pasarse a un carro de esos, está perdiendo. ¿Por qué? Por decir estoy en un carro eléctrico y estoy contribuyendo, digamos, a la contaminación en mi ciudad. Entonces, ¿qué es lo que pasa? Que hay baja oferta de lo que digamos, se considera un carro eléctrico de gama alta. Ejemplo, no sé, un Tesla. Sí, sí. Estoy seguro de que sí aquí abrieran mañana un concesionario de Tesla, lo hablábamos el otro día, en un año hay más Teslas que I3, por ejemplo.

Samuel: De acuerdo. Si total.

Carlos: Entonces esto es un tema, los incentivos, incentivos e igualar y mejorar la oferta de carros o de vehículos que hay. Porque en este momento tú o te vas por uno de los chinos y no sabes que te va a pasar. O coges el I3 vale o coges el Nissan Leaf y creo que 100 por ciento eléctricos no hay más ahora en Colombia.

Samuel: Ahorita sacaron un Jaguar como que es una locura. Hace unos mesecitos lo trajeron nos dijo Mauricio Hernandez cuando lo entrevistamos. Ahí Charlie, yo creo que para ir un poquito cerrando la entrevista y para validar un poco la pregunta de investigación que formulamos, te queríamos preguntar en ese orden de ideas ¿si tú consideras que hay una correlación entre la red de puntos de recarga, pues entre paréntesis la infraestructura, frente a frente al interés de los consumidores y la adopción de estas tecnologías por parte de estos?

Carlos: Mira, aquí es donde para mí el tema se vuelve interesante y realmente se separa el tema del vehículo de hidrógeno, del vehículo de batería de litio, ¿vale? y les voy a decir por

que. Porque el mundo es todavía fósil. El mundo gira todavía en torno al combustible fósil. El vehículo de celda de hidrógeno. Sigue de cierta manera, si tú generalizas y lo pones, digamos, así como para dummies, sigue siendo un combustible casi fósil. Finalmente tienes que crear el hidrógeno. El hidrógeno no está, no se consigue puro ¿vale? tú no puedes conseguir hidrógeno destapando la tierra. Entonces tienes que hacer un proceso, tienes que hacer una serie de conversiones para llegar a eso. Pero eso sigue siendo un negocio mucho más natural y semejante a lo que hace hoy en día la petrolera para producir petróleo. Necesita una red de transporte de gas como las que se tienen hoy en día. Si no las metes en un camión que lleva y las lleva a la gasolinera, entonces la gasolinera, en vez de tener un tanque abajo, tendrá un tanque a presión y le pones el gas. Entonces, desde ese punto de vista es un negocio que va más de la mano o moverse desde el mundo fósil. A eso es mucho más fácil, ¿vale? En cambio, si tú lo miras desde el punto de vista del carro eléctrico vale, realmente es un negocio que va en contra, digamos, del establecimiento, porque tú puedes cargar tu casa. Tú ya no tienes ni siquiera necesidad de volver a una estación de servicio. Vale, entonces a una bomba, no. En cambio, yo creo que siempre con el carro hidrógeno tú vas a tener que ir a la bomba porque tú no vas a construir una bomba. Una bomba a presión metida debajo la tierra del parqueadero de tu casa. Sí. Entonces, en ese orden de ideas. Yo creo que un país como Colombia, o en general el mundo en general, básicamente te lo resumo esta manera, el día que el carro de hidrógeno cueste lo mismo que el carro eléctrico, te apuesto a que el carro eléctrico pasa a segundo plano. ¿Que viene ahí a jugar entonces? Eso si ya es como tu que quieres en el carro quieren y se vuelve un tema de elección del consumidor, porque tú puedes escoger entre que quiero larga distancia, entonces me voy por hidrógeno. Pero quiero que, entonces si empiezas como a jugar ya con las características que te va a dar cada uno de los carros, básicamente. Pero si mi tesis, mi tesis es esa y es donde yo veo que está la diferencia. Por eso es que yo les decía que a mi este tema me llamó la atención de que en algún momento la celda hidrógeno podía saltarse el carro eléctrico y en un contexto como el nuestro, que estamos más pegados a esa infraestructura tradicional de la bomba, de la producción, del tubo, del camión que lleva, el hidrógeno es mucho más, es mucho más cercano a eso que una transición, digamos, a la recarga eléctrica.

Samuel: Charlie, tú consideras que, si los consumidores empiezan a ver y a tener un acercamiento mucho más frecuente con puntos de recarga de estos vehículos en tu percepción, en tu conocimiento, ¿tú dirías que esto tendría como consecuencia un aumento en las ventas de estos vehículos?

Carlos: A ver, yo lo que creo es que el deber ser para mí es que las mismas estaciones que existen hoy en día tienen que empezar a entender que eventualmente, así como lo hicieron con el gas, ¿vale? que tú llegas a una bomba y ahí ves la estacioncita del gas. No sé si ustedes están metiéndose con temas de gas, no, pero esa es otra gran historia en el, no es cero emisiones, pero bueno, ahí hay otro gran tema con el gas. Pero para mí las estaciones de gasolina tienen que empezar a adaptarse a las distintas fuentes de energía que van a tener los vehículos. Hoy en día, tienes gas, tienes diésel, gasolina normal. El día en que tú empiezas a ver que en todas las bombas hay donde cargar un carro eléctrico, vas a decir oiga venga esto está dando un paso. Después vas a decir oiga aquí usted puede echar hidrógeno al carro. Yo creo que eso, eso claro, va a dar una sensación, digamos, de seguridad, de tranquilidad, de

que el tema ya no es esotérico y que realmente funciona. Además, si tú miras por ver el caso de Colombia, hablan que no se que estaciones gratis de electrolineras, y no se que. Marica ¿en donde están? Hay como una en Unicentro. No hay más, no hay más. Entonces, claro, todo el mundo sigue así como nos estamos riendo nosotros, todo el mundo dice solo hay una en Unicentro es porque nadie usa eso. Me echaron un cuento una vez que esa de Unicentro solo cargaba como un carro. No me acuerdo cual era el único carro que podía cargar. Creo que solamente cargaba como el Renault y decían que los demás no se podían cargar. Entonces yo creo que para para cerrar esa idea. Yo creo que sí sirve, si sirve, que se empieza a ver que eso está. Y creo que debería ocurrir naturalmente el de las estaciones que están hoy en día. Osea un Tepel, por ejemplo, de la empresa, creo que es la segunda o la tercera, de más ingresos de Colombia. Increíble que no esté viendo que no este viendo que la sostenibilidad de su negocio a futuro, tiene que empezar a considerar esos temas y estoy seguro que a ellos no les cuesta mucha plata poner un cargador eléctrico en sus estaciones.

Samuel: No si, un cargador cuesta 5'000.000 de pesos.

Pablo: Pero ya se está viendo. La tendencia ahorita es que digamos Terpel ya por lo menos la tiene como una estación de eléctrica y de carga en diferentes partes de la vía Bogotá - Medellín, por ejemplo.

Carlos: La promesa ahí es que. Si tú eres una persona de un carro eléctrico, tú quieres ser 100 por ciento limpio. Todas las estaciones deberían empezar a tener una migración, a tener no se paneles solares y una batería y cuando tu vayas a echar la gasolina, Terpel te da como promesa de valor que la energía con la que tú estás recargando tu carro es energía sostenible. Viene de ahí. Cuando tu empeizas a juntar toda esa promesa de valor y todos lados, es que pues ya empieza haber como coherencia.

Pablo: Entendido, sí, pero estamos muy lejos de eso todavía siento yo realmente. Que a pesar de las propuestas que hay ahorita en el mercado, estamos muy lejos a generar una estructura mucho más seria y mucho más robusta para poder sostener toda la movilidad que pues se que quisiera tener aquí en Colombia.

Carlos: Mira, mira que Colombia todavía no está hablando de vainas como lo están haciendo en París, en Inglaterra, en Londres, que ya para determinado año no puede estar circulando no sé ningún taxi que no sea eléctrico.

Pablo: California está haciendo como un trend bastante importante porque primero es como la región de Estados Unidos con mayores cargadores de Tesla. Y lo segundo es que pues básicamente ya generaron la legislación que regula que para 2030 no van a ver más carros a base de hidrocarburos líquidos. Entonces, pues Colombia sí siento que está muy por detrás. Y yo sí. Y no sé si Samuel tenga otra pregunta, pero yo tengo la última pregunta y te la quisiera hacer relacionada con el tema de que teniendo en cuenta, como todas las charlas y los foros que has visitado como de energía y sabiendo que tú conoces muy bien el sector energético colombiano, osea que se debería esperar para desarrollar esta tecnología. Pero que el enfoque



sea las empresas privadas, o sea que no sea tanto el gobierno, sino ¿qué deberían hacer las empresas privadas para potenciar esta tecnología?

Carlos: Digamos que es un poco lo que les decía al comienzo y la tesis, digamos, de cuando estuvimos hablando con muchas personas en foros de este tema. Todo lleva como al mismo punto. Y es un tema de legislación, un tema de aranceles, un tema de beneficios. Vale, si tú eres una empresa privada. Si tú tienes una promesa, vale que quieres cumplirle a tus consumidores de energía y demás. Pero. Pero al final eso te cuesta más. Es clarísimo que te cuesta más tener un camión eléctrico que un camión a diésel. Entonces, realmente el punto aquí es ese, es un tema de legislación. Es un tema de beneficios. Es un tema de empujar desde lo público y habilitar y facilitar, digamos, esa, esa concientización de cuidar el planeta y estas cosas que para que realmente haya allá razón para moverse esos temas. Hay una empresa que está en un proyecto muy bueno para que lo investiguen y es SAB Miller. Bueno Bavaria en realidad. Bavaria tiene un proyecto de empezar a mover todos sus sus camiones y todas sus cosas que sean eléctricos para ellos. Quieren tener la promesa de que todo lo que lo que llevan, todo lo que nosotros tomamos, que todo viene de una cultura de cero emisiones, por ejemplo.

Pablo: Super útil el dato Charlie. Esta muy bueno el dato. Muchas gracias.

Carlos: Pero nada, este es puro tema de incentivos y legislación.

Samuel: Claro, claro, claro. Sí, yo creo que para cerrar Charlie y un poquito, no sé si lo has hablado con Pao. Ahorita estamos mirando como podemos entrar en la parte E Mobility de Enel X y justamente en Enel X, actualmente se encuentra es en el en el negocio de la instalación de estos puntos de recarga. Esto, digamos que digamos, tiene un transfondo muy grande porque claramente se quieren ubicar estos puntos de recarga estratégicamente en ubicaciones donde los consumidores, donde los usuarios finales pues tengan visibilidad de que en esas zonas transitadas existan esos cargadores y que asimismo eso aumente la demanda. Eso digamos que es lo que lo que también hemos podido evidenciar en la literatura. Y ahorita relacionando un poquito con lo que estamos haciendo ahí en Enel. Y digamos nos planteamos esta tesis, está pregunta investigación, porque también hemos encontrado muchos estudios que apuntan al mismo tema, que estudian precisamente si la infraestructura podría aumentar la demanda, si se ubican estos puntos estratégicamente. Y lo que lo que hemos podido encontrar, y eso también este hallazgo solemos compartir a las otras personas que hemos entrevistado es que realmente la correlación entre una infraestructura y un aumento en la demanda o un aumento en la adopción de estas tecnologías es muy, muy bajo, porque aún existen barreras muy grandes, como por ejemplo el tema del precio que pues viene siendo la barrera que prima al momento de la decisión de compra, de compra, claramente. Entonces nosotros pues en las otras entrevistas que hemos tenido, también les hemos preguntado a ellos si consideran que una infraestructura aumentaría la opción de la tecnología. Y ellos han dicho todos que sí. Pero cuando les planteamos lo que hemos encontrado en esta literatura, pues claramente uno cae en cuenta que el problema radica en gran medida en esta, en esta parte del precio.

Carlos: Yo tengo, yo tengo como una tesis distinta y si quieres después un día lo hablamos con Paola. Yo en mobility, Yo no. Si yo fuese Enel. Yo no me gastaría mi plata tratando de que mil personas en Bogotá me comprén mil medidores en sus casas para cargar el carro. Yo lo que estaría haciendo es. Yo me enfocaría más en un B2B. Cambiaría un poco al segmento al que yo le apuntaría y yo estaría buscando por ejemplo unos temas, digamos no sé un Ecopetrol por ejemplo. Y me iría a Ecopetrol y les diría que con un aliado, no sé, con Bancolombia Renting tenemos una idea de cambiarles a ellos todos los transportes que tienen por vehículos eléctricos. Vale que se alimentan de la autogeneración que ellos puedan tener en algunas de las plantas de producción que tienen. Y ya cuando uno logra eso de ahí se desprendería muchos otros negocios. Después les vende una batería para que almacenen energía. Vale, después si después empiezo como a lo que te decía a aumentar los productos de energía que yo les puedo ofrecer a ellos. Luego les vendo optimizar la energía. Entonces después les digo miren, es que cargamos los camiones y con la energía que nos sobre podemos hacer la limpieza de las bombas si comienza como una cosa más amplia. Si yo fuera una empresa privada, yo estaría en eso. Vale, es donde yo estaría metido, no tratando de que me compraron mayores medidores para cargar en mi casa.

Samuel: De acuerdo. Y yo creo que. Bueno, no sé si Enel X ahorita está enfocando sus recursos en ese sentido que está sugiriendo Charlie. Porque realmente hoy justamente, hoy tuvimos una reunión con una empresa española para precisamente ver cómo podemos aliarnos con ellos para ofrecerle algo Enel X para E-Mobility. Y nos investigamos los servicios que estaba ofreciendo Enel X, hoy en día para para ese segmento para E-Mobility y el segmento que es B2B realmente no tiene mucho mucho trasfondo, por lo menos en lo que muestran su portafolio web. Habría que entrar a ver si ellos ya están metiéndose en eso que tú estás sugiriendo y sino sería una gran propuesta para hacerles. Realmente viéndolo por ese lado.

Samuel: Si yo para cerrarles la idea ver, yo creo que que a largo plazo es un buen. Es un buen signo el empezar a ver más temas y más cargadores y Si uno va a un centro comercial. Creo que si eso da la sensación de que el tema está avanzando, sí, pero no creo que. Pero mi estrategia no sería esa. Mi estrategia vuelve a ser como un tema de política de Estado más que otra cosa.

Pablo: Vale Charlie. Perfecto.

Samuel: Charlie, yo creo que eso sería todo cierto.

Pablo: Sí, eso era. Creo que se cubrieron todos los temas. Y en verdad, muchas gracias por el tiempo, por los insights. Creo que son bastante útiles y por los datos. Creo que hay que saber también, que decir que empresas como Bavaria están buscando este tipo de cambio en su movilidad y sus camiones, pues nos puede también dar mucho más peso al momento de concluir.

### **ANEXO 3: ENTREVISTA A: PAOLA RINCÓN - MANAGEMENT CONSULTING MANAGER (ENERGY INDUSTRY) EN ACCENTURE**

Samuel: Listo Pao. Entonces, si quieres, arranquemos. Entonces pues nada darte muchísimas gracias por el espacio y por tu tiempo. Y me gustaría a empezar contándote un poquito pues para que quede también en el registro.

Samuel: Entonces un poquito para recapitular Pao, pues nosotros estamos con Pablo, mi compañero, que hoy no nos pudo acompañar por temas de trabajo. Él está ahorita trabajando en una banca de inversión y digamos este tema surgió cuando en la empresa todavía estaba Charlie y pues él digamos nos hizo una solicitud de que le hiciéramos una investigación de este tema y demás. Y ahí fue que empezamos con este tema que es un poquito complejo de pues de las celdas de hidrógeno como tal para el sector automotriz y nos empezamos a dar cuenta que, a nivel global, esta tecnología realmente pues muchos gobiernos le están apuntando a que va a ser la tecnología predominante en un futuro por su pues porque el hidrógeno es un elemento bastante abundante en el planeta y también porque el proceso de hidrógeno verde pues es totalmente sostenible. Pues digamos que de ahí surgió el proyecto y nos interesó mucho, sobre todo porque nos llamó la atención que aquí en Colombia no se habla casi el tema. Entonces, en ese sentido, pues queríamos entrevistar a personas del sector automotriz, personas del gobierno y personas del sector energético que hayan tenido experiencias o acercamientos con esta industria de E-Mobility, aquí en el país. Entonces, en ese orden de ideas, Pao, me gustaría empezar preguntándote ya en términos ya, digamoslo generales. ¿Que acercamientos has tenido de pronto que nos puedas contar en este tema E-Mobility aquí en Colombia? Si quieres para ir empezando por ahí un poquito que nos cuentes como digamos de esos acercamientos que has tenido, como has visto estas nuevas tecnologías y la posibilidad de que estas entren aquí a Colombia como tal.

Paola: Bueno, pues. Yo empecé en esto, en la parte de E-Mobility, no hace mucho, en realidad, desde el año pasado, desde que entré a la cuenta de Enel, en septiembre y donde me asignaron liderar la parte, una parte de Enel que se llaman Enel X. En Enel X tienen una de sus

de sus líneas de servicio es la parte de E-Mobility, en donde están desarrollando cargadores y puntos eléctricos para potenciar el uso de vehículos eléctricos. Que he podido tener. Pues bueno, he podido estar en varios congresos de movilidad en Colombia, específicamente, escuchando al Gobierno en realidad que tan comprometido está con esta transición que debemos estar dando y que deberíamos haber empezado hace mucho tiempo, pero pues que en este momento se está dando y pues que ya de alguna forma vemos, vemos otras fuentes carga de vehículos diferentes a la gasolina. ¿Qué era? ¿Cual otro?

Samuel: No sé si ahí de pronto, nos puedas nombrar un poquito el congreso o los congresos en los que has participado y pronto qué rol has tenido ahí también para tenerlo aquí registrado por fa.

Paola: Bueno, pues el año pasado estuve en el E-Mobility, lo que hace la UEC, que es donde se realiza la integración de todas las empresas que pertenecen o que hacen parte de la industria de energía. Nosotros como Accenture somos uno de los principales promotores de este de este encuentro y pues nuestra misión es ir a llevar las tendencias actuales de este tema a nivel mundial y como poder bajar esto a Colombia y también ser parte de jurados para evaluar startups que estén ayudando a la movilidad eléctrica en este caso. He estado en dos, en uno también en este año también fui moderadora del panel de E-Mobility y Smart Cities, donde participó todas las empresas como en Enel X, Celsia, EPM, Electricaribe, todas las las generadoras y todas las empresas que hacen transmisión de energía en el país. También he participado en congresos de Smart Cities, donde uno de los conceptos específicos es la movilidad de con otras fuentes de energía. Y bueno, en realidad no es que tenga mucha experiencia en el tema.

Samuel: Vale Pao. Pero igual digamos que has tenido experiencias que si han tenido o pues te han llevado a tener un acercamiento con con este tema, digamos que una forma muy directa. Ahí me surge la pregunta ¿Cuál es tu percepción, al haber escuchado a todos estos líderes de diferentes empresas, sobre todo el sector energético? ¿Qué visión se tiene ahorita en el sector en este tema? ¿Especialmente de E-Mobility?

Paola: Es un gran reto para cada una de las empresas porque aquí uno juega con el rol de poder ofrecer esto como empresa privada versus a la política pública que existe detrás de todo esto. Esto es un conjunto de esfuerzos, que si no, que si no sé, se generan de forma mancomunada o de forma unida, pues definitivamente los esfuerzos no tienen el resultado que el esfuerzo implica. Estas empresas están reaccionando, ha sido muy corto el tiempo. El año pasado decían que hasta ahora estaban pensando en modelos operativos para esto aunque ya eran conscientes de que el porcentaje de inversión que debían tener anualmente en estos temas era considerable y pues que cada año iba a incrementar. Sin embargo, no ha sido suficiente y ellos son conscientes de que no es suficiente para poder realmente tener un impacto que pueda ser visto como masivo en el mercado. ¿Qué te puedo decir yo? En la parte del Gobierno, ellos lo ven muy lejos. No sé qué te habrán dicho los Ministros cuando los entrevistaste, pero los planes que mencionan en los congresos y lo que nosotros hemos podido investigar también dentro Accenture es que la transición de esta parte no se ve en un mediano plazo, ni mucho menos en el corto plazo. Para ellos es primordial pasar a una transición de paz

y luego si pasar a una transición del eléctrico. Y pues imagínate lo que sería el hidrógeno. Entonces. Creo que al no tener esta visión del gobierno o algo que realmente los haga cambiar como lo que estamos viviendo hoy en día que precisamente son esos cambios naturales lo que hace que los gobiernos digan no queridos, el plan que teníamos aquí a 20 años no nos funciona. El planeta necesita ya el cambio. Entonces, hasta que este tipo de cosas no funcionan, no pasan, como lo que estamos viendo que en realidad este tema del COVID, más allá de una pandemia, es realmente cuáles son los hábitos de consumo que tenemos que estar cambiando para que nuestro planeta pueda seguir respirando. Es lo que nosotros como seres humanos, como personas, nos hace exigirle a los gobiernos que tienen que adelantar sus planes. Esto es como lo mismo que siempre se dice del huevo y la gallina; en cuanto a E-Mobility de que sí, primero pongo puntos eléctricos para que las personas se vean incentivados a comprar carros o primero compró el carro. Es lo mismo que pasa con el gobierno y las personas. O espero a que el gobierno me plante una solución para yo cambiar mis hábitos de consumo o yo los empiezo a cambiar y empiezo a exigir una cosa diferente. Entonces, en mi opinión, creo que todo gran cambio empieza es con la conciencia colectiva y esto es parte de lo que nosotros como empresas como ésta, debemos apoyar. Más allá de apoyar a una empresa, a que genere sus estrategias de apalancarse por medio de energías renovables o de estas soluciones, que podamos nosotros ser parte del cambio y empezar a pedir y a solicitarle a los gobiernos de las empresas nuevas cosas.

Samuel: Perfecto Pao, gracias. Ahí me surge la pregunta. Desde el lado de los consumidores, y ahorita que mencionas que justamente en esta época, pues estamos conociendo más los hábitos de estos mismos, me gustaría preguntarte desde la percepción del consumidor final; ¿cuáles crees que son esas barreras, las principales barreras, que se tiene actualmente para que estos consumidores realmente adopten tecnologías como la del hidrógeno y como la de los vehículos sostenibles? En términos generales y sostenibles, hablando de carros eléctricos, híbridos y demás. ¿Cuáles son esas principales barreras que tú consideras desde el lado del consumidor? y ¿cómo las empresas de energía podrían entrar a combatir estas barreras que se tienen?

Paola: Para mí, la principal barrera es desconocimiento. Parte de que tú tengas un carro a gasolina y que, como todo en la vida, si lo has hecho así por toda tu vida y pues la facilidad está así y encuentras en todo lado así y son mucho más baratos así, pues; uno siempre se va por el camino más fácil porque le complica menos y el costo de accionar eso pues es menor. Entonces, y pues al no conocer que puedo estar cargando mi carro de forma diferente y que aún así voy a tener beneficios para el medio ambiente, pues eso es parte de una cultura ciudadana que debe crearse. Y tú crees que de pronto eso sí, como que, como ya lo empezaste a escuchar y empiezas de emisiones de cero emisiones y que esto pero no es, no es, no se permea en el ser humano, no es algo que tú, no es algo que tú lo escuchas y dices uy si buenísimo. Pero no te sientes parte del cambio. No sientes que te corresponda a ti. Siempre le pones esto a que el gobierno que utiliza los buses y los taxis y todo eso lo haga y pues seguramente ahí yo, ahí ya se va a ver un porcentaje bastante reducido en emisiones. Pero yo mientras tanto sigo con mi carro de gasolina, yéndome sola al trabajo, por con un recorrido larguísimo, sin tener, sin hacer parte del cambio ni creer que soy parte del cambio. ¿Por qué? Por desconocimiento. Porque realmente no sé cuántas emisiones puedo estar ahorrando si

compró un carro eléctrico. Y también porque no he hecho un caso de negocio donde me indique que muchas veces tener un carro eléctrico sale muchísimo más barato que tener un carro a gasolina. Entonces, esto es conocimiento puro. Y otra cosa, es que vivimos en un mundo de poderes el petróleo manda en el mundo. Las personas que tienen plata en el mundo son los que son los dueños del petróleo y esto es un tema político donde a ellos lo que les importa es ganar más plata y pues donde el medio ambiente y este tema, pues si les va a significar perder su podium y su poder; pues no van a estar de acuerdo a que esto cambie. Entonces esto es muchísimo más profundo que realmente poner infraestructura eléctrica, que por poner subsidios a los carros para que sean más económicos, que regalar los cargadores. No, esto es un tema político muy fuerte. Por eso todo cambio empieza a ser con la unión de las persona, en las que empecemos a exigir y cuando los sumamos y cuando seamos capaces de enfrentar al gobierno y a estos grandes líderes del mundo y solamente una parte, sino el mundo entero es que va realmente a surgir un cambio. Pues eso sí es un punto muy personal, pero tú sabes que yo soy medio...

Samuel: Pero está super chévere. Está super interesante. Pero realmente de las entrevistas que hemos hecho, esta respuesta es de las que más me ha gustado realmente, porque va un poquito más allá de las barreras convencionales que uno esperaría, digamos, escuchar como el tema de la infraestructura, el tema del precio. No sé, el tema de los incentivos por parte del gobierno porque sí me parece que estás en lo correcto y sobre todo en el tema del desconocimiento. Me parece que va muy alineado a que las personas realmente no se están sintiendo parte de este cambio, y digamos que puede que se hagan parte del cambio, pero no desde la movilidad. Que quieran no se, volverse veganas que quieran volverse; no se cualquier cosa para ayudar al medio ambiente, pero en ese tema de movilidad pues no lo tienen tan en cuenta.

Paola: No. Prefieren la comodidad. ¿No? de seguir.

Samuel: De acuerdo, de acuerdo. Ahí te preguntaría ya un poquito para efectos, Pao, de la tesis que nosotros nos planteamos y de la pregunta de investigación que iba enfocada al tema de si hay una correlación entre el tema de la infraestructura y un aumento en la adopción de este tipo de tecnologías. Te quería preguntar si tu consideras que hay una correcta implementación de una infraestructura adecuada para estos vehículos, cierto ¿Tú considerarías que eso aumentaría las ventas, aumentaría la demanda de estos vehículos?

Paola: Yo creo que, en principio, sino pues. En realidad, si tú lo ves, lógicamente se podría decir que sí, que, si yo tengo a menos de un kilómetro cerca de mi casa o si quieres salir o algo así, consigo una infraestructura para cargar mi carro. Pues yo diría bueno. El costo. Lo que yo siempre digo, el costo de activación es lo que toca atacar, ¿no? Entonces lo que a mí me cuesta, la carga en este caso hablando de infraestructura, si es menor, pues ya no tendría excusa de alguna forma para hacerlo, pero yo creo que es mucho más profundo que eso. Y es más profundo. No necesariamente hablando. O sea, porque ¿cuál es mi punto de vista del mundo ideal? No es que en una gasolinera o en una estación no estamos diciendo que eliminen la gasolina, pues porque no es quitar una cosa y reemplazarla e irnos contra eso, no, sino es poner al acceso de las personas a elegir. Y no es elegir entre gasolina y carga eléctrica,

es elegir entre que tú tengas un abanico de posibilidades. Y ¿cuál es la función que deberíamos tener empresas como nosotros? Que ese abanico de posibilidades, que el 80 por ciento de ese abanico sea con energía renovable, ¿sabes? Que entonces y si no te gusta la carga eléctrica, pues vete con carga de hidrógeno o vete con carga, con lo que quieras. Pero no es como esa misión de ir a crear nuevas estaciones y nuevos puntos. Yo no lo veo así. Yo creo que, porque entonces ese tema de la gestión del cambio, lo que hace en ti cambiar es muy difícil para muchas personas. Muchas personas, al momento de tener que enfrentarse a hacer algo diferente a lo que venía haciendo, tiene una resistencia y la resistencia al cambio es literal. O sea, eso es en todas las personas. Porque nos genera un miedo y un tema de qué va a pasar hasta que yo no lo compruebe y hasta que. Pero la mayoría de personas no se atreven ni siquiera a probar. Pero ¿qué hace esto? Que si tú en los mismos en las mismas estaciones, le brindas un portafolio de carga y aun así estamos haciendo que ese portafolio de carga sea el 80 por ciento de energías alternativas. Pues entonces, ¿qué va a decir el usuario? Pues si hay más y esto pues vamos probando y va resultando y va mirando cuál les resulta. Pues eso haría yo. Pero pues si la persona realmente no estaría, si es adversa el cambio, pues se sigue con su gasolina. Pero ¿qué hacemos? si existe pues el impacto será muchísimo mejor; menor. Pero es mucho más profundo. Hay que trabajar como sociedad. Hay que trabajar en la conciencia colectiva más que en un punto de infraestructura.

Samuel: Vale, vale, Pao perfecto. Pero entonces, resumiendo un poquito lo que me comentabas, consideras que una infraestructura realmente sí podría llegar a aumentar la demanda de estos vehículos ¿Cierto?

Paola: Sí, sí. De acuerdo.

Samuel: Okay, okay. Un poquito para para que quede la respuesta ahí registrada. Y yo voy a poner toda la grabación y eso va anexado. A ver, a ver qué más te puedo preguntar. Okay, además de bueno, del tema del desconocimiento, que ya lo hemos venido hablando y un poco para también ir cerrando la entrevista y de la infraestructura. ¿Cuál crees que puede ser ese otro punto clave para que esta tecnología sí sea adoptada por los consumidores?, para que se empiecen a vender más carros de este tipo. ¿Cuál crees que es ese punto que pueda ser decisivo en la decisión del usuario final?

Paola: Bueno. Te voy a dar dos puntos de vista. Uno que es el que va a la mayoría de población y es que los gobiernos realmente hagan el cambio de sus flotas, de servicio de transporte público, a medios de esta energía. O sea, para mí la clave está en que los Gobiernos al menos tengan 50/50 del servicio público como tal. Ese es uno para las grandes ciudades que, es donde se moviliza más personas y donde más. Lo otro que yo haría es buscar. Lo que pasa es que no quiero que mi respuesta sea como no bajarles a los carros eléctricos para que personas compren más porque pues esa respuesta claramente ayudará, pero no ayudará al mayor porcentaje real de carros. Pero lo que sí ayudaría es que exista una política o algo, que los carros que sean mayores al 2000; no sé, se ponga una fecha y sean discontinuados, o sea, que se quiten del mercado.

Samuel: ¿Algo mucho más obligatorio? ¿Drástico?

Paola: Sí. O sea, si tú no puedes con la conciencia colectiva pues oblígales a que a que de una. Si no hay acciones de esas, la gente aún por más barato que le dejen el carro, pues no va ir a comprarlo. Entonces lo que hace a ti es obligarte a reemplazar estos carros que tú tienes en esto. Porque si tú haces un estudio e identificas, al menos en Colombia, cuál es el porcentaje de carros que están y que son los más viejitos, digamos menores al 2000, digamos que aún si son viejos. Son una cantidad impresionante. No me atrevo a dar una cifra, pero estoy segura que si se quita este tipo de cosas se puede hacer un gran impacto, muchísimo mayor al que al que si el 10 por ciento, que si se atreve a utilizar carros eléctricos y que y que no dura más de dos años con el mismo carro y que son esta población pues es élite y que tienen toda la plata para poder hacer este tema y adicional porque les gusta, hacemos un impacto mayor. Yo no tengo la respuesta, pero hay que buscar acciones masivas, no particulares porque de ser así vamos a seguir llevando lo mismo. Y otra cosa es que debemos obligar a los constructores de carros, a que se tiene que haber un equilibrio 50 por ciento eléctrico, 50 por ciento a gasolina. Si tú vas a cualquier concesionario, a ti te venden ah si este es el eléctrico, pero te tengo todos estos. Si es del año pasado te lo dejo mucho más barato. Si no sé qué. Mira tenemos estos bonos y no sé que. No hay un incentivo real para comprar un carro eléctrico, tienes una única opción con el otro 80 por ciento del resto. Es lo mismo que pasa con la infraestructura. Pues eso es lógico. Entonces hay que mirar eso.

Samuel: Si, que hay una carencia de portafolio y de infraestructura y que pues eso es un limitante también muy grande para uno como consumidor al final de cuentas. Tener poquitas opciones también de compra y poco competitivas con los precios del mercado; pues ni se diga. Yo creo que esas eran las preguntas que te quería hacer, Pao, más que todo era eso. A ver si se me está escapando algo. Déjame ver. Listo. No, creo que ya estamos bien Pao. Eso sería todo. Muchísimas gracias por tu tiempo, por el espacio. De verdad, es súper valioso para nosotros y créeme que esto también le va a dar un peso muy grande a nuestro proyecto. Entonces te agradezco de todo corazón esta oportunidad.



#### **ANEXO 4: ENTREVISTA A ANDRÉS FUSE – GERENTE GENERAL DE AUTOGERMANA**

Andres Fuse: Bueno, un poquito de contexto de pronto, de contexto más específico en nosotros y de la marca y contarles lo que mencionó Jorge que viene haciendo Autogermana en Colombia.

Andres Fuse: Nosotros estamos o iniciamos con este tema de vehículos eléctricos. Los introdujimos en el año 2014 a Colombia en el Salón del Automóvil. En ese momento noviembre del 2014 y pues realmente nuevo todo. Con decirles que el primer vehículo, el primer i3 que trajimos para poder matricular y para poderlo digamos, sacar a la calle a rodar la primera barrera que nos encontramos, algo muy sencillo pero pero que parte del proceso es que no teníamos cómo sacarle el SOAT por que para el SOAT tiene que haber una casilla que marque cilindraje o centímetros cúbicos. Se podrán imaginar una institución colombiana comprando un SOAT es que tiene que decirme los metros cúbicos, pues es que es un carro eléctrico, no tiene cúbicas y no tiene motor. Pero es que necesito centímetros cubicos para que le den un SOAT. Al usuario, la operación nos tocó decirle ponga mil centímetros cúbicos porque de lo contrario todavía no estaba especificado el estas nuevas tecnologías, en este caso eléctricos, no habían llegado. Seguramente no, pero claro que Mitsubishi ya tenía algunos carros acá, pero para nosotros fue enfrentarnos a esas barreras chiquiticas. Pero eso pues implicó el inicio que de alguna manera tiene que ver con lo que es implementar una nueva tecnología e iniciar un nuevo proceso que con su ejemplo chiquitico les cuento lo que fue el comienzo. Es un chiquito en grande, pues estaciones de carga públicas, inexistentes, donde abastecer los carros o donde digamos cargar carros. inexistente. Entonces nos tocó en su momento empezar a entregar los carros con el cargador incluido el cargador para la carga como parte del precio del vehículo nos tocó meterlo dentro del precio. Pues porque inevitablemente teníamos que dar alternativa, porque sino la gente se iba a quedar, se iba a quedar varada, lógicamente. Y además fue una de las primeras y clarísimas barreras de los clientes al momento de dar el paso al cambio.

Andres Fuse: Contarle al al mercado, contarle al al Gobierno, contarle a digamos, a la opinión pública en general qué era esta nueva tecnología, como dicen, cómo se come y cómo se maneja, cuáles son los beneficios, cuáles son las de alguna manera también se explica también las limitaciones, porque en esto había que ser claros, esto no es una tecnología o libre de barreras o libre de alguna manera de desventajas frente a lo que ya conocíamos, que son los carros de combustión tradicional, en el sentido en que, pues efectivamente, esto no es un carro para salir lejos, este es un carro, digamos urbano, una autonomía corta. En su momento tenía la primera versión, fueron tal vez 120 kilómetros de autonomía. Entonces, lógicamente, pues era una autonomía reducida para lo que la gente estaba acostumbrada. Pero digamos que eso fue parte del proceso que iniciamos en el 2014 finales y que se ha venido desarrollando poco a poco en los diferentes frentes con gobierno. Sin duda que es algo que tiene mucho que ver con su tesis, con los consumidores y clientes. Claramente pasó por un proceso interno de formación cultural dentro de la compañía, porque era hablar de un tema totalmente nuevo e un tema que también para nosotros tenía unas implicaciones comerciales de un lado, pero también financieras de otro. Y el muy rápidamente se los cuento y después profundizo.

Andres Fuse: Pero para nosotros esta nueva tecnología implicaba también que la proyección de optimización de servicio, de servicio, me refiero de postventa, de talleres, empezaba a reducirse. Entonces ya empezamos a ver que bien internamente para el todo el equipo de técnicos y para la gente de servicio llega a una amenaza tremenda porque pues en sus carros eléctricos, pues ya no hay aceite para cambiar, solamente el líquido de frenos, el mantenimiento, el mantenimiento se alargó, digamos, en tiempo y se reducía el ticket promedio. También presentaba una amenaza interna para la gente que comenzó a preguntarse bueno que hacemos con esto?

Andres Fuse: Bien, entonces digamos que el proceso de comunicación y en alguna medida de eso de evangelización pudiera ser un término apropiado, pero en alguna medida así era por evangelizar, porque era algo totalmente nuevo para la compañía, como les digo, para el área de talleres, de un lado, para el gobierno, como les conté, para las aseguradoras empezar a buscar cómo, pues los clientes podían asegurar el carro porque no había ninguna estadística de costos de reparaciones de los vehículos, no había estadísticas de choques de nada por el estilo. Entonces está mi proceso de entrar a negociar con las aseguradoras, que en un primer momento también dijeron yo no aseguro carros de eso. Cuando empezamos a hablar con el gobierno de estaciones de carga públicas, pues eso no, pues no está en el radar, no es prioritario. Sí, o sea, el tema de eléctricos medio ambiente sí. Pero pues esto es incipiente todavía. Eso no es un tema ahorita, no es una prioridad, claro. Subproceso proceso como de ir poco a poco trayendo el tema, volviéndolo mucho más presente en los gremios, insisto, con el gobierno, con diferentes instituciones o diferentes grupos de interés. Alrededor de esto fue creciendo y creciendo con el gobierno yo creo que se logró un trabajo importante, pues eso sí, claramente no solo de nosotros, sino sino a nivel de gremio, a nivel también de grupos de

interés como los ambientalistas que claramente estaban en pro de empezar a hacer un cambio cultural migrando hacia estas nuevas tecnologías. Y se tiene hoy por hoy estamos en el camino, en el proceso de todavía de maduración. Yo creo que aunque hoy por hoy los vehículos eléctricos son el 8 por ciento de nuestras ventas, cuando le mezclamos los híbridos o los lo que llamamos nosotros vehículos electrificados de una u otra forma, ya la penetración en las ventas es del 15 por ciento, ya es un número bien significativo en el caso particular de BMW.

Andres Fuse: El mercado lógicamente, es mucho menos, pero en nuestra marca como tal ya es bastante grande, bastante representativo, inclusive hoy por hoy Colombia dentro del sistema de BMW, Colombia es uno de los diez países hemos sido de lugar cuarto, lugar sexto, lugar octavo. Pero siempre hemos estado en el top 10 de países de mayor penetración de vehículos electrificados sobre vehículos. Es decir, BMW electrificados sobre total de BMW vendidos. Entonces tenemos un ratio en algunos semestres somos Noruega, Suecia, Finlandia, Colombia. No tenemos nada que ver ahí. Por alguna razón hemos logrado una buena penetración y una de las razones, seguramente al hecho de tener incentivos por parte del gobierno, para la adopción de estas nuevas tecnologías que seguramente tendrá mucho que ver con su tesis. Pero sin duda yo creo que eso ha sido un factor determinante y diferenciado con otros países del mundo, donde también se ha implementado, pero con menores ayudas del gobierno que ha permitido que aquí la tecnología sea más accesible y que la gente de alguna manera tenga una mayor disposición para arriesgarse en alguna medida, adoptar nuevas tecnologías. Pero bueno, hay ya un contexto como general, si quieren vamos a las preguntas y les voy respondiendo temas puntuales.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Gracias Andrés por ese contexto, estuvo muy, muy bueno. La primera pregunta que me surge en ese sentido, tocando un poco el tema ya de la infraestructura que mencionas de que la infraestructura en un comienzo pues fue una barrera importante y me imagino que hoy en día lo sigue siendo, el tema de los puntos de recarga de estos vehículos eléctricos. Cómo se como se combatió esa barrera? Como se se sobrepasó? Y qué planes hay para seguir implementando estos puntos de recarga en la ciudad? En el país? Mejor dicho.

Andres Fuse: Pues se ha venido socializando ante todo con el gobierno, sin duda con los gobiernos locales, básicamente con el con el gobierno central. También socializando y mostrándoles la importancia de generar infraestructura para la comercialización de esta nueva tecnología es una realidad. Usamos argumentos también de orden político en el sentido de viendo los compromisos que tiene Colombia con organizaciones no gubernamentales de medio ambiente. Por ejemplo, hay una organización que se llama COP21 donde Colombia adoptó una

serie de díganos adoptó y asumió compromisos en reducción de emisiones y de ser un País amigable con el medio ambiente.

Andres Fuse: Entonces, de alguna manera eso nos ha servido también de gancho a nosotros para, digamos, para insistirle al gobierno en que se requiere fortalecer la estructura de carga pública, porque ese es el paso en alguna manera anterior a que la gente, a que más gente comience a tener, digamos, acceso a que quiera tener acceso a los vehículos de a los vehículos eléctricos, entonces el primer paso en realidad lo deben dar los gobiernos. La infraestructura se debería en un escenario ideal. Que sucedió más en Medellín que aquí en Bogotá. A nivel de gremio hemos trabajado con el gobierno central y con los gobiernos locales en convencerlos que es necesario que ellos den ese primer paso que fomenten y que inviertan en infraestructura pública de carga para tratar con eso, que la gente le sea una barrera menos a la hora de los clientes poder pensar en una decisión de estas y con eso se aumenta, digamos, la penetración de vehículos de tecnologías limpias y por consiguiente se reducen los niveles de emisiones que ayudará a cumplir las metas que tiene el Gobierno a nivel internacional en este acuerdo de ciudades COP 21. Este ha sido uno de los de los acuerdos que hay, efectivamente en ir modernizando el parque automotor, porque hay una serie de razones de salud de las otras, pero más, más políticas. Hay razones de salud importantes que se utilizan, digamos, para para argumentar eso, siendo una nueva tecnología, cojimos los beneficios. El tema de reducción de emisiones y sus y sus beneficios, pues es donde desde donde los hemos agarrado. La cantidad de muertes que hay en Colombia por enfermedades respiratorias es gigante y eso uno se sorprende cuando lo ve en cifras. Pero sin duda, que eso es también un aliciente a nivel de salud pública para que los gobiernos estén más de alguna manera más inclinados a gastar, a invertir en tecnología o en estaciones de infraestructura de carga pública para tratar que con eso los niveles de emisiones, claramente los vehículos públicos y particulares, pues son una fuente de contaminación que no se puede desconocer. Pero en la medida en que los gobiernos están dispuestos a invertir en esta en este tipo de infraestructura de nuevo para reducción desde la óptica de reducción de casos de muertes por problemas respiratorios, es decir salud pública. Pues se comenzaba a trabajar para argumentar la necesidad de la inversión en tecnologías.

Andres Fuse: Ahora les contaba el ejemplo de Medellín porque en su momento con el gobierno del alcalde, Federico Gutiérrez, tenía muy claro, pues en su concepto. Él dijo No! El primer paso lo tengo que dar yo, o sea, yo Medellín tengo que dar el primer paso, invertir. Somos la ciudad más innovadora del mundo. Somos una ciudad comprometida con el medio ambiente y el tipo realmente fue montando y sacó unas partidas de presupuesto importantes para invertir en estaciones de carga públicas. Y pues hoy es claro que la infraestructura, el Medellín, está mucho más avanzada en cobertura de lo que está en Bogotá y se debe a una decisión del gobierno clara de decir yo tengo que ir primero, yo le tengo que de alguna manera poner el

tapete el tapete rojo, como dice a la tecnología, para que después la gente vaya a seguir para el primer paso. Lo de jugar yo. Claro. Entonces digamos que ha habido razones de diferente índole o de diferente origen que hemos utilizado para para ir con eso a los gobiernos, para tratar de hacerlo. Y también no solamente a los gobiernos, sino a las a otros grupos de interés financieras, por ejemplo. Y les cuento un caso particular de Sufi, que es el grupo en Colombia, donde logramos con ellos de que tuviéramos una línea de crédito especial para vehículos eléctricos. Entonces, hoy por hoy todavía logramos ese acuerdo porque ellos internamente también buscaron. Tienen un área de sostenibilidad del banco y es área ya tiene los presupuestos y tienen unos objetivos. Y dentro del mismo banco se hizo una de alguna manera una alianza entre el área de sostenibilidad con el área de crédito de vehículos, el brazo financiero del banco, el de financiación de créditos de consumo del banco, para darle a quienes compraran un vehículo eléctrico, una tasa preferencial subsidiado por el área de medio ambiente. Porque en alguna medida correspondía también a una iniciativa de ellos. Entonces, de alguna manera sus infraestructura no pública. Pero eso es infraestructura de, digamos, de financiación como tal o incentivos para tratar de que la plataforma sea más robusta, para que la gente se anime a embarcarse en una nueva tecnología. No sé si eso le le responde la pregunta.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Teniendo en cuenta Autogermana, que tiene como principal objetivo el mercado de Bogotá, o sea, los principales ingresos son provenientes de la región de Bogotá. Por qué no se ha podido dar este salto a generar una estrategia infraestructura en la ciudad? Y también me gustaría incluir el tema que han hecho ustedes para poder intentar generar esa infraestructura con entes gubernamentales y con entes privados?

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Otra pregunta también un poco para complementar a Pablo es si ustedes actualmente también tienen alguna relación con el sector energético del país para precisamente la instalación de sus puntos de recarga en los hogares de las personas, en lugares públicos y demás, y como ha sido esta relación?

Andres Fuse: En contexto, Bogotá representa el 50 por ciento de las ventas para Autogermana bueno realidad, cincuenta y ocho por ciento, pero digamos que ya no es una gran mayoría , simplemente para como para puntualizar, ese es el nivel de ingreso o no.. Hoy por hoy, en realidad nuestra cobertura es mucho más amplia que solamente Bogotá, siendo Bogotá claramente todavía la mayor tajada. Con el Gobierno, digamos central o aquí con las alcaldías. Realmente es que la apertura que ellos han tenido ha sido menor a invertir o darle la prioridad que este tema requiere. Les puse el ejemplo de Medellín. No creo que la intensidad nuestra con Medellín y con Bogotá no ha sido diferente. Creo que hemos tenido con las dos el mismo nivel de involucramiento y de intensidad. Lo que pasa es que el Gobierno de Medellín, y eso hay que decirlo, ha copiado más la idea. Tiene mucho más presente este tema y sobre todo, no

sé hasta donde pronto. Para ustedes se ha presente que Medellín también tiene particularmente mayores problemas de polución que los que tiene Bogotá.

Andres Fuse: No sé si se acuerdan, pero había un par de veces donde Medellín ha tenido que hacer cierres y picos y placas y restricciones por por polución ambiental, por la la digamos la geografía de Medellín y en el famoso Valle de Aburrá. Cierto.

Andres Fuse: Entonces, en ese Valle de Aburrá, el viento, si no sopla el viento, se concentra la polución ahí y se vuelve realmente complicado a nivel respiratorio de la ciudad. Creo que eso ha disparado más la conciencia de Medellín por la urgencia de aplicar ese tipo de iniciativas. Tal vez sería que puede ser porque Medellín ha implementado y ha sido como más adepto a esto de los que ha sido particularmente Bogotá. Y la otra pregunta. Para finalizar, creo que la ampliación de la pregunta que me hicieron ahora con otras instituciones o perdón con los proveedores de energía. Si hemos tenido una relación que tenemos hoy bastante sólida. Eso tal vez no lo expliqué en el contexto, pero nosotros desde desde el inicio, o sea, desde noviembre del año 2014 que iniciamos con esto, establecimos una relación con Codesa. Particularmente comenzamos en Bogotá. También nuestra primera introducción de vehículos eléctricos fue en Bogotá, digamos finales del 2014 hasta el 2016. Lo hicimos solamente en Bogotá los comercializando acá pensando que siendo una nueva tecnología, con todas las implicaciones que tenía, además fuera de nuestro, digamos, de nuestro control, decidimos hacerlo en Bogotá y ahí establecimos una una relación con Codensa y ellos nos ayudaron a establecer también las algunas o las estaciones iniciales de carga. Las montamos ya en acuerdo con Cadensa, las instalaciones de los cargadores de las casas.

Andres Fuse: También fue en acuerdo o una alianza donde todo cliente que fuera a comprar un vehículo eléctrico o estuviera interesado, antes de poder digamos confirmar el pedido, pasaba por una evaluación de Codensa de que se pudiera instalar el cargador en su casa si no teníamos ese aval, digamos, no le podemos vender el vehículo porque pues no es que no quisiéramos vender, pero iba a ser un problema futuro. Si no tenía como cargarlos y no era fácil cargar y se iba a volver un detractor de la tecnología. Por eso nos cuidábamos en un primer momento de tener el aval de cadenza que pudiera tener la persona el cargador en su casa para después poder pasar a comercializarlo y desde ahí hemos venido fortaleciendo la relación con Codensa. También hay que decirlo, ha sido un socio que ha estado, digamos, apoyando la iniciativa, que le interesa lógicamente su negocio también es una nueva vertiente de negocio para ellos.

Andres Fuse: Entonces han venido trabajando, digamos, de la mano con nosotros y también siendo promotores de la tecnología frente al gobierno y otros grupos de interés. Y en eso, por ejemplo, también hemos desarrollado algunas alianzas diferentes, como por ejemplo Terpel,

que tambien ha incursionado en esa tecnología, a pesar de ser de alguna manera competencia. Pero ellos tambien se quieren meter en el tema y hemos estado trabajando algunos proyectos con ellos.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Perfecto, Andrés. Muchas gracias. Nos gustaría preguntarte, digamos, de la literatura que hemos podido realizar para nuestra investigación. Hemos visto que especialmente BMW ha estado muy inmerso y ha sido uno de los pioneros en el tema de la tecnología de hidrógeno. Me gustaría preguntarte si tú de pronto tienes conocimiento sobre este tema.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Y si se planea a futuro traer esta tecnología aquí a aquel país. Hace poco ya el actual ministro de Minas y Energía comentó que ya se estaban implementando hojas de ruta precisamente para el involucramiento de esta tecnología hidrógeno verde en el país y que pues por los recursos, por el potencial e hídrico y recursos naturales que tiene el país se quiere que Colombia sea una de las potencias en este tema hidrógeno verde. Ahi nos gustaría preguntarte si tienes conocimiento del tema y si se planea a futuro de pronto eh traer esa tecnología aquí a Colombia?

Andres Fuse: Pues sinceramente no tengo conocimiento. Digamos, en conversaciones que hemos tenido con la fábrica y demás. Sabemos donde se está desarrollando. Antes de comenzar con la oleada de electricidad, digamos de baterías de alto voltaje. Se comenzó primero con hidrógeno. Sin embargo, sabemos que está en desarrollo. Sabemos que hay también alianzas de la célula de hidrógeno con Toyota. Digamos que se viene trabajando en eso, pero también un poco de la información que tenemos es que eso todavía, en la hoja de ruta de desarrollo, todavía le falta un un tiempo. Pero sí es cierto que todavía y eso en algún seminario, me acuerdo que alguien lo mencionó como esa

Andres Fuse: Como dicotomía que hubo en algún momento entre el Betamax, el VHS, no sé si ustedes les alcanzó a tocar esa generación, pero que inclusive ellos todavía no tienen claridad de si va a hacer. Esa misma dicotomía donde va a ser o uno o el otro y van a poder convivir, pero le están dando una importancia fuerte.

Andres Fuse: Tienen una, digamos una inversión grande metida en el tema hidrógeno y las esperanzas grandes y progreso por los beneficios que tiene como tal. Entonces ahí se que hay un desarrollo, sé que se viene trabajando fuerte en eso. Sé que inclusive, pues como les digo,

ahí estás como dudas de como cuál va a ser el nivel de adopción de uno y de la otra, y si una va a prevalecer sobre la otra o si van a poder convivir.

Andres Fuse: Y para nosotros, como Autogermana, en el momento en el que en el que esté disponible seremos los primeros, aún sabiendo que esto no lo sé, pues cuál es la a nivel de país la hoja de ruta, pero seremos los primeros interesados en poder trabajar esto aquí en Colombia con el gobierno y sobre todo pues porque hace parte de de los valores de la marca, la innovación. Esas nuevas tecnologías hacen parte totalmente de lo que es luego BMW en su esencia y por consiguiente también otros como Autogermana.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Sí, yo creo que en ese aspecto no demora. Yo creo que en los próximos cinco o diez años ya se está, se estará tocando mucho más a fondo este tema, el del hidrógeno. Nosotros tenemos una pregunta específica que ya en parte no la contestaste, pero tenemos que acertela explícitamente para para corroborarlo. En el caso de que se diseñará y se implementará una infraestructura adecuada para este tipo de tecnologías. Tú consideras que es un componente decisivo para aumentar la adopción de estas tecnologías frente al consumidor y esto podría aumentar las ventas de los vehículos. Teniendo en cuenta que son vehículos costosos y además.

Andres Fuse: Cien por ciento. Digamos que la respuesta puede ser concreta. Pero yo creo que hace toda la diferencia, o va a hacer toda la diferencia. Cuando tengamos una infraestructura o una red de infraestructura sólida, cuando se pueda empezar a viajar, ya hay un par de autopistas y ya se está trabajando en la autopista Bogotá Medellín. Terpel salió adelante de Codensa en eso, hay que decirlo, pero tiene establecida una estación de carga, en la autopista Bogotá, Medellín. Viene la segunda y con eso se van a interconectar eléctricamente a Bogotá con Medellín. Ya viene la segunda entre Bogotá y Cali. Pero digamos a la pregunta y tratando de ser concreto, sin ser tan, tan, tan, tan romántico. Pero sin duda que en la medida en que se vaya masificando la infraestructura, se van a ir multiplicando las ventas de esta nueva tecnología. Sí, creo que hay una relación directamente proporcional entre entre la infraestructura y las ventas de vehículos.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Gracias, Andrés. Ahi me gustaría hacerte una pregunta adicional. Digamos que nos causa mucha curiosidad porque nosotros hemos revisado mucha literatura sobre estas implementaciones de infraestructura encontradas en otros países del mundo y donde se evalúa justamente si hay una correlación entre e implementar infraestructura y que aumenten las ventas de estos vehículos y la adopción de estas tecnologías. Pero lo que lo muestran los resultados y las conclusiones de todas estas investigaciones es que la correlación realmente es muy poca, porque hay factores que aún sigue pesando aún más que



el tema de la infraestructura, como por ejemplo el tema del precio, que es el el factor común que tienen todas estas investigaciones que hemos revisado y que es un factor totalmente decisivo al momento de de querer comprar esta tecnología, que a pesar de que lo que dicen estos textos es que a pesar de que existan los puntos de recarga y sean visibles para el consumidor y demás, pues realmente puede que sí influyan un poco en la decisión de compra, pero la correlación es muy baja. ¿No sé si tú de pronto nos puedas dar tu opinión sobre sobre este comportamiento que realmente nos produce muchas inquietudes y nos despierta la curiosidad totalmente?

Andres Fuse: Es interesante la esa apreciación, pero le cuento lo siguiente dentro de esto ya es un poquito más empírico. Dentro de las opresiones principales que tenemos nosotros hoy. Al momento de, digamos, del proceso comercial, está ¿Y esto donde se carga? Esto es una de las principales barreras de la gente hoy por hoy y uno de los principales temores también. El segundo es ¿Y qué pasa si me quedo varado en la calle? Claro, es el estrés. Es esa sensación de sentirse solo, de que yo estoy con algo que se me queda. Me quedo sin pila en algún lugar me sobé. Y como no hay una red de infraestructura fácil todavía donde yo pueda pararme en una estación a tomar un café y sea fácil de encontrar. Es una de las barreras que, como les digo, esto es a nivel empírico. Pero de lo que oímos hoy de la gente, esa sigue siendo una de las barreras grandes para la adopción de la tecnología. Ese es el punto 1. Punto 2, en el caso particular nuestro, como le digo. El precio del cargador. Un cargador hoy precio público vale en nuestro caso 5 millones de pesos, ha venido bajando, pero digamos que hoy por hoy se consigue cargar 3 millones de pesos en nuestro precio, pues seguramente es el 2 por ciento. Pero si usted piensa en carros de pronto de gama media eléctricos, el precio del cargador no es diferente en la gama. El cargador de commodity es igual para el Renault ZOE que para nosotros y para el ZOE es un factor determinante. Correlacionada con el momento en el que haya una infraestructura de carga pública y que ya la gente no tenga que comprar necesariamente el cargador para tener en su casa, porque si no, no tiene donde cargarlo. Pues también eso va a representar que ya el carro no son 103 millones de pesos o lo que sea, sino ya van a ser 100 y cuando surjan carros de 80 o que hay algo un par de opciones de 80 o hasta de 50 millones de pesos. Pues seguramente eso también va a hacer que sea un poco más accesible a nivel de precio, que es el punto que usted mira en el estudio, que es la barrera grande. En Colombia, particularmente, no es el estudio que usted ha visto si tiene que ver con Colombino, pero la verdad es que Colombia en eso está avanzado a nivel de precios frente a otros mercados. Y seguramente en América Latina más que de pronto en Europa o en innovación en los países nórdicos. Porque aquí en Colombia nosotros tenemos los vehículos eléctricos e híbridos tienen un arancel preferencial. Hay 0 o 5 en el caso de los híbridos y cero en el caso de los de los vehículos eléctricos. Que para carros como los nuestros, que afortunadamente gozamos del beneficio de tener desde un origen de los países del Tratado de Libre Comercio, pues no nos afecta, pero otros países, como carros coreanos, por ejemplo, hace toda la diferencia en precio. Sí. Si usted trajera un carro eléctrico coreano que paga el 35 por ciento de arancel hoy por hoy. O un japonés también, que está en ese nivel de precio. Si

entra como eléctrico, el gobierno le da un incentivo al 35 por ciento, pues la reducción en precio es significativo. Y al igual que el IVA diferenciado que tenemos nosotros, el 5 por ciento de cuando usted suma, por ejemplo un 35 por ciento de reducción arancel más un más un 14 por ciento de diferencia en IVA. Pues seguramente para un carro japonés en Colombia hay unos beneficios tributarios que hacen que el precio no sea tan barrera como puede ser en otros mercados.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Yo creo o que para cerrar esto, para ir cerrando. Nos gustaría saber cuáles son las razones principales por las cuales estas personas están interesadas en adquirir estos vehículos?

Andres Fuse: ¿Quieren la verdad o la respuesta romántica? La romántica, es porque quieren dejarle un mejor planeta a sus hijos, porque quieren contaminar menos, y los hay no es mentira. Y hoy también está la gente, lo que llaman los trend setters, que son los que también quieren, es una tecnología nueva. Y si quieren embarcar, sí o si los hay. Pero yo con sinceridad tengo que decirles que una parte importante de los clientes también se están embarcando porque tienen unos beneficios importantes en Colombia de tráfico de tráfico, de pico y placa.

Andres Fuse: Es decir, mientras tengo un carro convencional tiene que tener dos carros par en impar, con el eléctrico sólo uno. Sí, y eso pues es como cuando hubo carros blindados al comprar un carro blindado, no tanto por la seguridad, sino porque podía circular tranquilamente todos los días. En eléctricos también hay que decirlo. Por eso les digo con sinceridad es uno de los argumentos importantes para que la gente también haya adoptado la tecnología. Es el incentivo que usted no tenga que estar teniendo dos carros, sino que con eléctricos en la ciudad puede circular todos los días. Entonces, seguramente es una combinación en muchos casos, seguramente hay unos que sí son 100 por ciento románticos y ambientalistas, pero ahí también hay que decirlo. Hay una razón muy fuerte que es la posibilidad de circular todos los días con un carro eléctrico, que es un incentivo del gobierno. Si no fuera así, no funcionaría. Y para eso, pues tengo un argumento para de alguna manera para soportar el argumento. Y es que en vehículos híbridos, por ejemplo, van a ver la situación normativa de Bogotá y Medellín es diferente o era diferente hasta ahorita. Pero antiguamente los híbridos en Medellín perdón tenían no tenían pico y placa, ni eléctricos, ni híbridos en Bogotá, solamente eléctricos. El mercado Bogotá puede ser para nosotros el doble que el de Medellín, para hacer números redondos. Entonces yo vendo en eléctricos, vendo el doble de eléctricos en Bogotá que en Medellín proporcionalmente. En híbridos, Medellín vende más del doble de lo que vende Bogotá.

Andres Fuse: Entonces, de alguna manera eso soporta el argumento que una de las razones importantes para la adopción de esa nueva tecnología es que hay un incentivo muy fuerte que se llama operación de pico y placa, que hace que la gente también diga compro un híbrido. Pues si me meten tecnología nueva o eléctrico con consumo menos de combustible, emito menos emisiones, me siento un poquito mejor con el medio ambiente y además me toca tener un solo carro en vez de dos. Pues creo que es el negocio redondo, pero en Medellín, por ejemplo, tenemos mucho más híbridos de los que vendemos en Bogotá, a pesar que el mercado bogotano es el doble del mercado paisa. Entonces con eso pues se ratifica esa idea de que el incentivo de Pico y Placa es un motivante muy fuerte para que la gente se suba o se haya subido a la tecnología eléctricos.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Vale Andres gracias. Yo tengo la última pregunta corta. Que otros incentivos podría generar el gobierno en torno a este tema de la infraestructura que de pronto no existen actualmente?

Andres Fuse: Que otros incentivos pudiera ser para la opción de la tecnología, pues yo, yo le soy sincero y honesto en esto, yo tratando de ser como objetivo. Pero yo creo que hoy por hoy tenemos una serie de incentivos importantes. Los impuestos son reducidos para los vehículos eléctricos, para el tema del precio, los aranceles están reducidos y el IVA está reducido. Hay exención de pico y placa. De alguna manera creo que hay una serie de incentivos en diferentes frentes que son bastante generosos para la adopción de la tecnología. Pedir más, pues hay otros países donde inclusive los gobiernos que inclusive hoy estamos sufriendo un poquito de disponibilidad de vehículos en Colombia por causa de esto. Y es que la post pandemia varios países europeos para incentivar, digamos, el consumo, le han metido incentivos a la compra de vehículos nuevos y se los ha metido a los vehículos eléctricos e híbridos. Entonces usted compra en Alemania, por ejemplo, hoy por hoy un vehículo eléctrico y el gobierno le está dando un bono. Creo que son como de dos mil dos mil euros. Para digamos de aporte para que se compre el carro. Entonces es casi como un descuento de 2000 euros, eso lo hay en algunos países.

Andres Fuse: Noruega en realidad funciona de esa forma en ambas vías, hay incentivos para los vehículos sostenibles y hoy hablamos sobre impuestos. Si se puede llamar así para los vehículos de combustión, pues de alguna manera lo que están haciendo es trasladar esos impuestos de más en los vehículos de combustión tradicional. Se los dan como incentivos a los vehículos eléctricos. Entonces el diferencial en precio es gigantesco y hoy por hoy se venden en Noruega más vehículos eléctricos cabrios que de combustión. Justamente porque el diferencial en precios gigantesco pero entonces pues más allá de eso hay incentivos de uso.

Entonces parqueaderos, digamos, con tarifas reducidas para vehículos eléctricos, pueden ser otras de las iniciativas. Bueno, hoy por hoy una reducción en impuestos acaba en el impuesto de rodamiento, pero también, por ejemplo, si se siguen fortaleciendo reducciones en seguros y reducciones en tarifas, tarifas de seguros, ese tipo de incentivos como tal o usos de hay algunas ciudades donde los vehículos eléctricos tiene privilegios de entrar al centro, por ejemplo usted. Hay algunas ciudades europeas donde para entrar al centro de la ciudad tienen que pagar unos peajes. Ciertamente, el vehículo eléctrico no paga ese peaje y también pueden ingresar al centro. Entonces sí puede haber algún tipo de incentivos adicionales. Pero siendo bien sincero, hoy por hoy las que estamos en un lugar privilegiado para la comercialización por los incentivos que ha aplicado el gobierno en diferentes frentes.

Samuel Acosta/Pablo Fuentes: Bueno, algo adicional que se le puede meter creo que no existe. Son las tarifas diferenciales de energía por horas. Ok, buenas algunos países, naturalmente programa el carro del cargador para que se cargue a las 2 de la mañana.

Andrés Fuse: Si en un país además como el nuestro que el 90 por ciento es hidroeléctrico, la producción hay unas horas valle donde como usted dice, se desperdicia la energía. Ciertamente, los carros. Eso ya existe. Usted uso el carro, puede programar la hora de carga cuando inicia, cuando termina y efectivamente, como se dice en algunos países europeos también.

Andrés Fuse: En las horas valle, digamos, de consumo para incentivar el consumo, las compañías eléctricas dan una tarifa preferencial y los carros, digamos, se cargan en esas horas puntualmente. Entonces, de alguna manera ese es otro de los incentivos que se podría incluir hoy, que igual es de por sí eso ya en Colombia funciona de esa manera. Pues en los momentos donde la generación de energía es muy alta y la demanda es muy baja, realmente las tarifas son mucho más baratas que cuando la demanda es alta en horas pico.

**ANEXO 5: ENTREVISTA A MAURICIO HERNÁNDEZ - VICEPRESIDENTE INCHCAPE  
(LAND ROVER, SUBARU, JAGUAR Y DFSK)**

**– VICEPRESIDENTE INCHCAPE (LAND ROVER, SUBARU, JAGUAR Y DFSK), EX  
GERENTE DE AUTOMÓVILES PEUGEOT COLOMBIA Y EX GERENTE COMERCIAL  
CHEVROLET CONTINUAUTOS**

Mauricio: Hace un par de días, leyendo un artículo bien interesante de Porsche en Europa, que su producto más vendido en los últimos meses ha sido un Porsche, que es 100 por ciento eléctrico que se llama Porsche Taycan. Este desplazó al Deportivo, que era el más vendido, que, pues obviamente era a combustión interna, gasolina y ácido. Digamos que eso da pie para pensar que las tecnologías limpias de cero emisiones se están imponiendo. Aún así, en marcas que uno veía que sus clientes son muy puristas y quieren cajas mecánicas y carros que suenen bastante y como lo es un Porsche. Obviamente yo no soy experto en Porsche ni conozco la marca. Simplemente leí ese artículo y me pareció muy interesante y ayer se lo compartí al fabricante de Jaguar. Pues a la fábrica Jaguar Land Rover, porque eh, digamos que en Colombia el tema eléctrico aún está inexplorado. ¿Qué pasa?, la verdad, Las tecnologías limpias han sido muy populares en Europa. Europa creo que es el continente donde la gente piensa más en el medio ambiente. Si Estados Unidos, al ser un país tan grande y digamos que los vehículos híbridos eléctricos aparte de Tesla como que no, no son los vehículos más apetecidos. Y creo que el Tesla es apetecido más por status que porque realmente sea un vehículo limpio. Es más, yo voy en un producto limpio, pero me genera status. Si fuera solamente la tecnología y contribuir al medio ambiente, Chevrolet, Ford hubiesen sido muy exitosos en los productos porque cuestan muchísimo menos. Entonces, ¿qué pasa? En Europa, volviendo al Viejo Continente, en Europa ha habido muchos incentivos a lo largo de los de los últimos años, en donde la gente pedía cambiar un vehículo a gasolina o diésel, porque en Europa el diésel era más popular que la gasolina. Y esa serie de incentivos hizo que la gente probará vehículos como el caso del Renault. Creo que se llama Zoé y uno chiquitico que es el Twizy. Ese fue el primer vehículo eléctrico con el que yo tuve contacto y recuerdo. Yo hace unos años trabajaba para Peugeot, entonces en las oficinas de Peugeot había muy cerca un concesionario de Renault y vendían esos carros ahí. Y fue como el primer contacto, pero me parecía algo como raro. O sea que será este producto. ¿Quién Sabe? Pues en Europa puede

funcionar, pero en otros países al ser tan pequeño tal vez no, y creo que pues ha sido exitoso en varios países. Entonces, como les digo, viendo ese desarrollo, las empresas europeas fueron como las primeras empresas que empezaron a ser vehículos pequeños y eléctricos. Y sé que algunas de las francesas ahora su portafolio lo lanza con híbrido eléctrico y gasolina para que el cliente escoja. Entonces, al tener incentivos, hace que la gente pueda probar los vehículos eléctricos, porque desarrollar un vehículo eléctrico cuesta mucho más. Sí, y más del 50 por ciento del costo de un vehículo eléctrico son las baterías. Entonces la industria se empezó a enfrentar a la siguiente situación tenían que tener personas muy calificadas para manejar el alto voltaje. Entonces los técnicos tenían que capacitarse mucho para dar este mantenimiento. Por ende, el mantenimiento es más costoso, era más costoso. Habló en el pasado. Luego, las baterías tienen una vida útil, al igual que un celular. Entonces, al costar la mitad del vehículo, tenían que empezar a ver cómo popularizaban más las baterías para tener una economía de escala y que cada vez fueran más baratas. Sí, ese era el otro problema de los fabricantes. Tercero, las compañías de seguros no querían asegurar los carros eléctricos justamente por su costo de las baterías. En un choque, si las baterías sufrían, siempre era una pérdida total, así fuera un choque no tan fuerte. Entonces, con el pasar de los años, las empresas de vehículos eléctricos. Hay una empresa que es muy grande a nivel mundial en la fabricación de baterías y se llama BYD. En Colombia está directamente la fábrica. Nosotros la representamos unos años y es tal vez el mayor fabricante de baterías de níquel cadmio que tenemos en los computadores, en los celulares, en los dispositivos, y además fabricaba vehículos eléctricos.

Mauricio: Nosotros nos embarcamos en ese momento en el tema de vender vehículos eléctricos y se vendieron unos taxis acá en Bogotá. Eran como 100 taxis eléctricos los azules que estaban por ahí. Pero entonces ahí había otra problemática. Como era un vehículo de servicio público, tenía que estar recargándose porque pues recorre muchos más kilómetros con carro particular. Entonces teníamos una estación de recarga en el concesionario y había otras pocas por ahí. Entonces a la gente le preocupaba eso. Bueno, eh, si salgo de la ciudad no tengo como recargar. Si recorro mucho la ciudad, pues también la autonomía tal vez me va a funcionar, pero tengo que llegar a un punto de recarga. Y en una ciudad como Bogotá las baterías se desgastan un poco más rápido. No se desgastan, sino que van acabando su carga diaria porque hay mucho tráfico, se frena mucho, se acelera mucho. Entonces, frene, acelere. Eso hace que la autonomía pueda variar. Entonces, digamos que eso todavía no estaba muy legislado, solamente los carros eléctricos no pagaban un impuesto. Ahora bien, entonces el gobierno empezó a crear unos cupos en Colombia. Entonces había dos mil cupos. Y la sede de esas tenían que ir aplicando a los cupos para tener un arancel reducido y un vehículo normalmente paga el 35 por ciento de arancel de importación. Salvo que haya un tratado de libre comercio con el país donde se fabrica. Entonces tal vez de los primeros tratados de libre comercio que hubo fue el Tratado de Libre Comercio de la Comunidad Andina. Entonces por eso hace muchos años se traían vehículos de Venezuela y de Ecuador. Venezuela, todos sabemos lo que pasó. Ecuador, algo similar. Entonces ya la Comunidad Económica Andina no había mucho que importar. Se abrió algo que se llamaba el G3. Eso fue hacia el 2006-2007, que era México, Chile y Colombia. Entonces, de Chile no se traía nada, porque en Chile ya no había fábricas, en Chile no hay aranceles de importación. Entonces todo entra sin impuesto.

Entonces es una locura tener una fábrica para el mercado chileno, cuando pueden importar de un fabricante de mucho más volumen a menor precio para el mercado. Entonces empezó a traerse de México, vehículos con el cero por ciento de arancel. Yo sé que esto no es el tema eléctrico, pero después lo conecto. Entonces se empezaron a traer muchos Volkswagen, muchos Nissan. Por eso el Jetta ha sido tan popular en Colombia, porque empezó a ser un carro muy barato, porque no pagaba impuestos, mientras los que se traían de Europa, de Japón, de Argentina o Brasil pagaban el 35 por ciento. Argentina y Brasil empezaron a tener un tratado de libre comercio que llegó hasta el 13 por ciento. Y ahí paró. Europa empezó con un tratado de libre comercio. Estados Unidos y hasta el próximo año, el 2021, en enero, ya quedan en cero por ciento aranceles. Eso fue un proceso de siete años de desgravación. Japón. Ha habido treinta y pico de rondas y no se ha llegado a un acuerdo. Corea ya empezó a desgravarse. ¿Cuál es el otro mercado importante? Mercosur. Hay un cupo grande de unidades y está en cero. Entonces, en este momento, lo que viene de China, de Japón y ¿de cuál es el otro? China, Japón básicamente, paga el 35 por ciento de arancel. Bueno, de Indonesia, bueno de Asia en general de Asia. Entonces, ¿qué pasa? En Colombia el mercado se fue mucho hacia las tecnologías de combustión interna de México, de Brasil, de Argentina. Pero esos países no son los que, pueden que fabriquen muchas unidades. Pero si uno mira un Jetta es una tecnología vieja. Si uno mira algo que se traiga de Argentina, no sé, una Toyota Fortuner son tecnologías sencillas. De Brasil todo lo que llega a Brasil, lo que es Fiat, Chevrolet, algo de Renault, algo de Jeep son carros muy básicos. Digamos que no, no son tan avanzados como lo que viene de Europa, sobre todo. Estados Unidos no es el gran surtidor de unidades hacia Colombia, porque en Estados Unidos los carros son muy grandes. Algunas SUVs son apetecidas acá. Pero aquí nunca ha sido exitoso un Ford Taurus, un Ford Focus, un Impala. Ese tipo de carros grandes. No es interesante. Y lo mismo las super camionetas, como la Suburban y esto, no son tan apetecidas. Entonces esa parte, que se traen muchos carros de donde hay TLC es en América Latina, hizo que Colombia no fuera tan adelante en tecnologías limpias, porque el volumen estaba en carros baratos que no pagaban impuestos. Entonces se empezaron a traer. Nosotros trajimos en aquella época unos BYD, que si no me acuerdo como se llamaban, Qin, creo que era el nombre, pero eran carros de 90 millones de pesos, eléctricos chinos. Cuando uno conseguía un new Jetta en 50 millones de pesos, en 55 millones de pesos.

Mauricio: Entonces a la gente decía no pues puede ser eléctrico, pero es chino y vale el doble que un carro Volkswagen, o que un Chevrolet, o que un Renault o un Mazda. Eso no fue exitoso. Entonces trajimos un par de carros de esos. Todavía no se vendían bien. Eso fue hace seis años atrás. Todavía el mercado seguía con gasolina. ¿Qué paso? Algunas marcas se lanzaron a traer vehículos híbridos, sobre todo marcas europeas. El caso de Mercedes Benz. Bueno, el caso de KIA, que viene de Corea. Toyota con su Toyota Corolla. Y ya estoy acercándome más al tiempo presente. Entonces empezaron a experimentar algunas tecnologías limpias y se puso como de moda. Se volvió cool andar en un híbrido. Las marcas empezaron su publicidad diciendo somos limpios, no contaminamos todo y la gente iba, compraba el carro y se volvió cool. Y realmente si contaminaba más o menos no era el core de la compra. Hay una región que es Antioquia, que hoy día es la región donde más híbridos se venden en Colombia. Y una de esas cosas, híbridos y eléctricos, y una de esas razones es porque Empresas Públicas de Medellín (EPM) ha sido uno de los aliados de las marcas en la

venta de eléctricos. Entonces el mercado de Bogotá representa el 50 por ciento de las ventas del país. Medellín y Antioquia representan el 18 por ciento. Pero hoy día entre híbridos y eléctricos, se venden más carros en Medellín que en Bogotá. Eso es un tema para tener en cuenta. Y ahí ya hago, uno de los primeros nexos, el cual es que se necesita un aliado que no sea del sector. Soy un aliado que permita desarrollar lo que se llama la red de gasolineras. Pero de electricidad. Bueno, no recuerdo bien el nombre. Entonces, Medellín y Antioquia ha sido como pionero. Toyota ha vendido muy bien en Medellín. KIA está empezando a vender muy bien en Medellín. Mercedes Benz vende bastante bien en Medellín, vehículos híbridos. Vehículos eléctricos, digamos. unas de las marcas que le han apuntado mucho ha sido BYD. No ha sido tan exitoso por ser procedencia china. La gente todavía tiene un recelo. Renault ha puesto con los dos carros que les digo. Nissan trajo un carro eléctrico que es el Nissan... como se me va a olvidar, bueno, un carro eléctrico y han vendido, pero digamos que el tema de eléctricos empezó a funcionar muy bien porque no tenían pico y placa. Listo, entonces ya ahí el tercer punto. Uno es ser cool. El segundo es el medio ambiente y un tercer factor, cuando quitaron el pico y placa se empezaron a vender más que por cool y que por medio ambiente. Entonces en Medellín, en Cali, en Pereira, los vehículos híbridos y eléctricos no tienen pico y placa. Entonces, por esa razón, en Medellín se disparó la venta de híbridos y eléctricos. Bogotá no tiene pico y placa para los vehículos eléctricos y recién hace unos días comunicaron de la alcaldía que los vehículos híbridos tampoco. Entonces va a empezar a venderse mucho los vehículos híbridos, porque un vehículo híbrido siempre es más caro que un vehículo de gasolina desde la fábrica. Pero ahora, al importarlo, ya no paga el 35, sino el 5. O si lo traen a través de un TLC, pues no paga impuesto. Si estaba en el 13, llega con el cero. Si estaba en el 35, llega con el 5. Si estaba en el 20, llega con el 5. Si estaba en cero, pues es mejor traerlo con TLC que con híbrido. Entonces al no tener ya pico y placa, ya hemos visto que las marcas que ya tienen híbridos están empezando a vender más en Bogotá en estas dos semanas que llevamos desde el anuncio de que volvió el pico y placa y ahora hay la posibilidad de no tener pico y placa con los híbridos. Sí, entonces todas las marcas estamos corriendo a ver cómo traemos los híbridos rápidamente a Colombia y empezamos a vender, con el tema de pico y placa. Entonces la gente dice uy, pero es que entonces va a ser igual el trancón porque la gente va a comprar puros híbridos. No va a pasar eso porque los carros híbridos son tecnologías que a pesar de no pagar los aranceles que pagan los de gasolina, siguen siendo más caros. Entonces va a ser difícil llegar a un híbrido de 45 o 50 millones donde hay un volumen importante de 60 millones, donde hay un volumen importante. Los híbridos van a estar de 90 a 100 millones hasta arriba. Hace dos días acaban de lanzar una camioneta Volvo híbrida y vale 209 millones de pesos. Entonces, por más que la gente quiera, digamos, no tener pico y placa, pues llegar a 209 millones de pesos va a llegar el que tenía 209 millones de pesos y que probablemente tenía dos carros de 100 para para suplir ese tema de pico y placa. Sí, entonces ese ya es otro tema que es muy importante tener en cuenta. Nosotros como marcas, ya vendemos un vehículo eléctrico en Jaguar. Se llama I-Pace. Es un vehículo que vale 372'900.000.

Mauricio: Entonces, ¿quién va a acceder a ese vehículo eléctrico sin pico y placa? Veamos personas que tengan un ingreso bastante grande, sí, ingresos de más de 50 millones de pesos mensuales, o si no va a ser muy difícil que compré en un carro. De hecho un poco más.



Entonces ahí viene ya la otra parte. Cuando ustedes hablaban de la red, nosotros hace ocho o diez días tuvimos un café, un café virtual de Jaguar, en donde uno de los invitados era Mauricio, no recuerdo el apellido de Enel X, la compañía. Él es un aliado de la marca. Enel es la marca, porque nosotros vendemos el carro con la instalación del punto de recarga en la casa. Entonces, ahí ya hay algo que yo no sé del tema de hidrógeno, pero en el tema eléctrico si uno no tiene un cargador en su casa, va a ser complejo, porque la idea es que uno por las noches cargue el carro. Este carro, que es un carro, como les digo, de 370 millones de pesos. En este momento en Colombia todavía no se vende el Porsche Taycan, el cual costaría unos 1.000 millones de pesos. Entonces somos como el carro tope de gama si se puede llamar así en los eléctricos. Y tiene una autonomía de 450 kilómetros. Yo la semana pasada que lo estuve manejando, probando; uno tiene un mapa donde le dice usted puede llegar y sale el mapa de Colombia y le da una zona hasta dónde llegar. En ese momento me mostraba Cali, Medellín, Ibagué que podría llegar con esa carga. Pero listo, yo llegó a Ibagué o llegó a Medellín y donde cargo el carro. Tengo que ir a una casa donde tenga eso, porque lo tengo que dejar cargando toda la noche, ya después de los 400 kilómetros. Entonces ir a un hotel va a ser complejo o buscar un hotel que tenga conexión a cargar el carro. Entonces es una de las cosas que, para los eléctricos, híbridos enchufables y no sé si los de hidrógeno porque no conozco la tecnología, necesitan tener en el lugar de vivienda o de oficina un punto de recarga.

Samuel: Tu dirías en ese sentido, que, si se diseña y se implementa una red apropiada de estos puntos de recarga, ¿las personas si estarían más dispuestas a adoptar este tipo de tecnologías?

Mauricio: Si, de hecho, Enel ya tiene un proyecto, que arranca el próximo año, el primer trimestre de poner muchos puntos de recarga Bogotá - Medellín, Bogotá - Ibagué, Bogotá - Villavicencio y Bogotá - Bucaramanga, que digamos que son como las principales ciudades que salen de Bogotá el tráfico de vehículos. Entonces ya uno iría súper tranquilo, porque digamos que hay dos formas de recargar, una que es una recarga rápida, que uno en el carro carga y lo conecta al enchufe como si fuera un celular en cualquier parte. Pero eso es una carga lenta. Entonces podría pasar mucho tiempo, pero sin embargo le da pues para ir avanzando. Pero la carga rápida y es por las noches cuando uno lo conecta a una red, pues mucho más, más poderosa de un voltaje diferente y todo. Entonces si necesariamente para eléctricos híbridos enchufables, y si de hidrógeno tiene que estarse recargando de alguna manera, debe haber una red, a diferencia de los híbridos normales. Porque en los híbridos normales lo que hace la batería eléctrica es que le da una autonomía. Pero si acaba la batería, pues vuelve uno al botón de gasolina o diésel y ya sigue moviéndose y las baterías se van recargando al frenar o al bajar, es una regeneración continua de las de las baterías. No se conecta. Pero le da un tiempito. Entonces, para mí en este momento que no hay la conectividad para viajar, lo mejor es un híbrido no enchufable. Entonces y ya no tengo pico y placa, entonces soy cool, no tengo pico y placa y si lo quiero, estoy ayudando al medio ambiente. En Colombia, yo lo que noto, porque tuve fracasos en el pasado, yo traje vehículos, diésel que contaminaban menos y los vendíamos con ese ADN de ser amigables con el medio ambiente y a la gente no le importaba realmente.

Samuel: Y ahí digamos con lo que estábamos hablando, el tema del precio, que es claramente una barrera muy, muy grande por la cual los consumidores no pueden adquirir este tipo de tecnologías. A pesar de que exista una red adecuada de recarga, ¿cómo combatir esta barrera, que creo que podría ser hasta más grande que la misma infraestructura de este tema, que es el precio? ¿Como se podría entrar ahí a poder reducir ese precio de los vehículos o el costo mismo de la producción? O si hay alguna forma adicional de que el gobierno soporte este tema.

Mauricio: Sí. Es necesario algo gubernamental. Lo primero que podría hacer es una exoneración o una rebaja en los impuestos, en los seguros y en el soat. Eso animaría mucho a la gente a ese tema. Sí, eso podría ser una de las cosas. Otra que yo he visto en España que incentivan mucho es la reposición. Vehículos de X número de años les pagan una plata mucho más de lo que cuesta el carro. Realmente no sé. Un Opel 89 o 90. Entonces eso valdrá 1000 euros. Pero entonces el gobierno, si cambia de carro, le da 5000 euros. Entonces eso sería algo en Colombia que hay carros que contaminan tanto porque nosotros sólo somos nos exigen euro dos en gasolina, cuando ya en Europa exigen euros seis. Entonces, digamos que los motores que traemos, las marcas que importamos de Europa y de Japón, normalmente vienen en euro seis, porque ya los otros no existen. Pero lo que viene de México, de Brasil, todavía euro 2, euro 3. Y eso contamina mucho. Sí, porque las euro son certificaciones de menos emisión de gases. O sea, por decir algo, un carro que se fabrica en Brasil y llega a Colombia. Si lo quisieran exportar a España tienen que tener el euro 6 y el carro ya no sería barato. Tendrían que desarrollar una tecnología y cambiar el motor y todo. Resulta siendo más caro el collar que el perro. Entonces, por eso lo que se producen en México y Brasil se vende tanto en Latinoamérica. Hay algunas de algunas plantas en México que exportan a Estados Unidos. Estados Unidos tiene una normativa diferente, pero en general es la misma exigencia. Ellos están como en Euro 5, para comparar. Si el gobierno incentiva a la gente a pongámoslo acá un Mazda 6, que vale 8 millones de pesos. Pero si el gobierno incentivará y comprará en 25 millones de pesos, sujeto a que cambiará a un híbrido, a un híbrido enchufable, un vehículo que se mueva con hidrógeno eléctrico, eso ya empezaría a jalar un poco. Sí, porque la gente dice oiga, ya me trato de pasar a esto. Otro tema es el incentivo del pico y placa. Yo, por ejemplo, como no tengo híbridos en este momento en mi casa, nosotros tenemos que tener cuatro vehículos para movernos. Para estar intercambiando y que podamos ir al trabajo y mi hijo ir a la universidad y eso. Entonces, nosotros próximamente como marca Subaru vamos a traer vehículos híbridos en Jaguar, ya estamos trayendo la camioneta eléctrica y llegó esta semana uno que se llama New Defender que también es híbrido, pero son carros de 380 millones de pesos uno y el otro 370. Entonces es difícil, mientras que un híbrido que esté entre 100 120 millones de pesos ya soluciona mucho el tema y en vez de tener cuatro carros, pues tiene solamente 2. Y hace lo mismo. Y aquí tiene dos garajes menos. Tiene a estar caminando menos porque pues ya la tecnología va avanzando y digamos que se pagan menos impuestos, menos seguro. Y el trancón va a seguir siendo el mismo, porque cuando la gente tiene dos carros por pico y placa sólo se mueve en uno, eso sí pues no tiene como moverse en los dos al tiempo. Pero, pero ayuda al tema de contaminación que tuvimos el año pasado pico y placa ambiental. Entonces son todos esos temas que hay que ver, pero si se necesita que el gobierno se meta.

Samuel: Mauricio y una pregunta, digamos que nosotros, en la literatura que hemos revisado, hemos visto que hay cinco marcas grandes que están liderando este tema específico de la tecnología del hidrógeno. Estas son Toyota, Hyundai, Honda, BMW y Mercedes. Te quería preguntar si ustedes de pronto, no aquí en Colombia, pero a nivel global, ¿se han dado conversaciones sobre este tema?, específicamente en esta tecnología.

Mauricio: No, nosotros de las marcas que manejamos, no hemos tenido ningún contacto con ninguna para el tema hidrógeno. Nosotros también manejamos Mercedes-Benz para Colombia y hasta el momento en ninguna de las reuniones que he asistido, se ha tocado tema de hidrógeno. Realmente no.

Samuel: Okey, okey, vale. Sí, digamos que hay lo que nosotros hemos también revisado. Hay muchos estudios que están que ya han hecho en otras partes del mundo, que justamente se enfocan en lo mismo que estamos tratando de enfocarnos nosotros aquí en Colombia, que es a ver si realmente existe esa correlación entre infraestructura y aumento de ventas de estos vehículos o adopción frente a los consumidores. Pero lo que han determinado sus estudios en países que inclusive ya tienen la tecnología funcionando, ya son desarrollados y demás. Es que si hay una correlación de estas entre estas dos cosas, entre infraestructura y aumento de ventas de estos vehículos. Pero es una correlación muy baja, porque realmente lo que pesa al final es el tema del precio y aunque exista el problema de aunque se soluciona el problema, listo, ya tengo puntos de recarga o puntos de abastecimiento de combustible, hidrógeno por mi zona o en diferentes ciudades para comprar un carro e irme por todo el país viajando aunque ese tema se solucione, pues todavía está el problema más grande que es como adquiero ese carro. El costo de ese carro no me permite comprarlo.

Mauricio: Claro. Lo primero que tendría que hacer el gobierno es ponerlo en igualdad de condiciones que un vehículo eléctrico porque los híbridos si tienen emisiones, pero el eléctrico y el hidrógeno son cero emisiones. Si lo pone en igualdad de condiciones, pues ya digamos que accederían algunos a comprarlo. ¿Qué pasa? Yo lo que voy a decir es bastante ácido, pero Colombia es un país pobre y comprar vehículos eléctricos realmente no es fácil para las personas que están entrando al mercado laboral. Todavía es difícil por el costo, es para personas. Si yo uno lo estratifica, estarían en estrato 5 hacia arriba.

Samuel: ¿Y otra pregunta ahí Mauricio? Estas personas, de pronto de la experiencia que ustedes han tenido con este Jaguar eléctrico que me estas comentando o de pronto de ya de tu conocimiento general sobre la industria. Las personas que adquieren este tipo de carros eléctricos. ¿Por qué lo adquieren? ¿Cuáles son las razones fundamentales del por qué lo adquieren? ¿Realmente es por el tema de los incentivos o por cuál es la razón que tú has visto que tiene más peso ahí?

Mauricio: Mira. En nuestro caso si ha sido por un tema medioambiental. Realmente alguien que compra un carro de 370 millones de pesos, su situación económica la tiene resuelta. Entonces, si fuera por solucionar el tema de pico y placa, tendría dos carros de 200 que serían muy buenos carros y no pasaría nada. Si ha sido por un tema, digamos, de conciencia. Es un carro exclusivo. Muy poca gente lo tiene. Si es un poco lo que pasa en Estados Unidos con Tesla. En

Tesla, no es fácil tener un Tesla, o sea, la gente que lo tiene tiene un estatus. Y acá Jaguar, Jaguar perse es una marca de estatus y con un eléctrico de Jaguar aún más. Entonces si ha sido pues digamos que un tema de exclusividad. Pero ahora si la respuesta a la pregunta concreta el carro es supremamente equipado, confortable y su tecnología y su conectividad interior es absolutamente futurista, entonces uno se encuentra ahí con cosas que por ejemplo, el techo es panorámico en vidrio, no tiene cortina. Es un sistema que aísla los rayos solares y la radiación. Entonces no tiene una cortina. Cuando uno mira en la pantalla, tiene tres pantallas gigantes y tiene dos botones. De resto todo se maneja eléctricamente. Uno se sube y no encontrar una palanca de cambio, sino botones de drive y reversa. El head-up display, yo veo todo en el vidrio del carro adelante. Digamos que el head-up display lleva muchos años, pero este es un head-up display super avanzado. Los materiales que usa, las pantallas. Uno se sienta en ese carro y se siente en el futuro.

Samuel: ¿Ese es el único vehículo ahorita de cero emisiones que están manejando, cierto?

Mauricio: Sí. De cero misiones, sí. Y otra cosa es que el vehículo es un vehículo netamente deportivo. Es una SUV pequeña. Es un crossover SUV y la aceleración es de cero a cien kilómetros por hora en 4.8 segundos. De hecho, yo iba con mi esposa y no pude hacer las pruebas porque sólo intentando es no no, porque el que va de copiloto le a jartera que uno haga ese tipo de pruebas. Entonces si yo compraré ese carro hablando en nombre propio, yo lo compraría porque me siento en un vehículo mucho más avanzado tecnológicamente que en cualquier otro vehículo del comercio y además por esa aceleración brutal. Es un carro de 400 caballos y la diferencia, por ejemplo, podemos hablar de un vehículo deportivo de nuestra marca. Es el Jaguar F-Type, que es el cupé deportivo, acelera de 0 a 100 en 4.1 segundos. Pero digamos que el segundo 1 es diferente en el que es más rápido de 0 a 100. El segundo 1 es más lento que en el eléctrico. Porque en el eléctrico el torque está inmediato en las ruedas, mientras que en el otro es mecánicamente que llega el torque a la rueda. Entonces se siente un poquito. Puede que sea más rápido al final en los 0 a 100, pero el primero o los dos primeros segundos es otra cosa. Esa sensación de quedarse pegado en la silla. Yo no sé si ustedes han ido a una montaña rusa, que es la de Aerosmith, que es Rock & Roll Rollercoaster. Entonces eso es lo que uno siente. Yo tengo que hacer las pruebas ya solo e irme solo a una carretera donde tengo un tramo donde lo pueda probar sin poner en riesgo a nadie ni nada. Y claro, sentir esa emoción en el autódromo lo hemos hecho, pero es que en el autódromo se le acaba a uno la pista. Ya después no puede.

Samuel: Mauricio y ¿ese modelo llegó hace cuánto?

Mauricio: El lanzamiento se hizo hace como ocho meses, 9 meses, pero no habían llegado las unidades realmente empezaron a llegar en plena pandemia. Entonces, hasta ahora estamos en el proceso de entregar vehículos que estaban ya reservados.

Samuel: Y te podría preguntar ¿cuántas ventas han tenido de ese vehículo de ese modelo?

Mauricio: Yo no tengo el dato exacto acá, porque digamos que eso nosotros vendemos acá en Bogotá. Pero pues la marca se vende en diferentes ciudades. Pero no, no tengo el dato, pero

normalmente vendemos una o dos o dos unidades mensuales. Evidentemente es un producto de lujo, muy exclusivo.

Samuel: Vale.

Mauricio: Si ustedes quieren ir a ver el carro, me avisan y yo cuadro a alguien para que les muestre el carro.

Pablo: Muchas gracias Mauricio, sería muy bueno.

Samuel: Pablo, pues no sé si de pronto tenga alguna pregunta adicional, sé que estuvo ahí intermitente,

Pablo: He tenido como problemas de conectividad hasta entonces. No sé si me escuchan bien, pero aun así me gustaría como centrarme un poquito en ¿qué se debería hacer en los próximos años para incrementar las ventas de estos vehículos? O sea, de parte de los concesionarios, de parte del gobierno. Ya tenemos en cuenta de que ya se ha dicho en la entrevista que el gobierno o una empresa como del sector automotriz, debe buscar un apoyo tanto del gobierno o un apoyo de una entidad privada para poder realizar esto. O sea, ¿cuáles son tus estrategias de venta para incrementar ese porcentaje?

Mauricio: Bueno, asumamos que el gobierno hace su parte y deja aranceles en cero e incentiva, pues de esa manera traer los vehículos. Y ahora ¿qué necesitamos? Que las empresas que suministran la carga, en este caso, eléctricos es Enel. En los de hidrógeno no tengo idea, si será el acueducto, yo no sé. Pero que esa entidad sea un aliado de las marcas que importan este tipo de vehículos. En el caso de Enel, lo está haciendo. Otro que es muy importante es el banco. Que aquellas entidades financieras que se metan en el rollo de financiar vehículos eléctricos, tengan planes de financiación super tentadores y ojalá el gobierno subsidiada con créditos blandos; con tasas de interés, más bajitas. Eso sería una de las cosas. Y ahora el último protagonista que ya está metiéndose son las compañías de seguros. Asegurar los vehículos eléctricos al comienzo fue muy difícil. Ya no tanto, pero no todo el mundo asegura vehículos eléctricos.

Pablo: ¿Por qué razón?

Mauricio: Por el costo de la batería, por la pérdida total. Y es que traer una batería, la batería no se puede traer, hay que traerla en barco o por celdas, porque no se puede traer en un vuelo comercial, por ejemplo. Las baterías de níquel candente tienen que ir en barco o en vuelos de carga. Todo en un vehículo eléctrico es diferente. Por ejemplo, uno se tiene que acostumbrar a no escuchar el motor. Como usuario, el primer vehículo eléctrico que manejé yo lo encendí y lo encendí muchas veces y no caí en cuenta que eso no sonaba. Y el sábado pasado que estuve manejando el I-Pace, casi me pasa porque lo encendí y no sonaba. Dije será que hay que pisarle el freno. Cuando vi la pantalla, el carro ya estaba encendido. Entonces casi lo enciendo otra vez. Sí, entonces financiación, empresa que suministre la carga, el gobierno y el importador que tenga una red de concesionarios o talleres con capacidad para arreglar estos vehículos, porque uno este vehículo no lo puede llevar al 7 de agosto. El día que falla, el 7 de

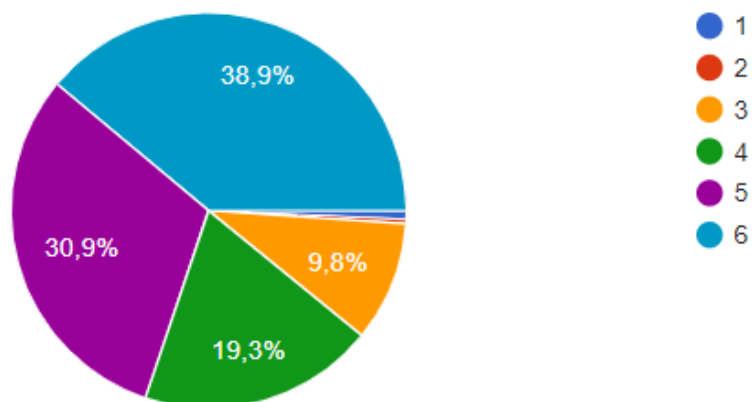
agosto no se lo recibe porque el tipo que diga tranquilo, tranquilo hermano, yo se lo arreglo, se electrocuta así de sencillo. Nosotros para poder que un técnico nuestro pueda atender un carro eléctrico tiene que tener categoría 5. Entonces es muy importante también para ustedes en este proyecto, que aquellas marcas o el vehículo de hidrógeno va a tener una capacidad de parte técnica, de mano de obra muy calificada. No sé, porque como ya está después de todo esto, me está dando curiosidad de investigar sobre el hidrógeno, pero en los eléctricos es delicadísimo hacerle cualquier mantenimiento.

Samuel: No, cuando quieras Mauricio, también te damos un resumen ejecutivo de la tecnología, que nosotros ya llevamos desde enero estudiándola. De verdad es super interesante, vale la pena y ahorita, como te comentábamos, hace como unas tres semanas, entrevistamos a María Fernanda Suarez, ex ministra de Minas y Energía y ella nos comentó que en el marco de transformación de todo este tema de energías a 2030-2050, no se tiene en cuenta todavía el tema del hidrógeno, pero hace unos días, hace una semana más o menos, Semana hizo un foro de hidrógeno verde con la WEC y con Siemens Energy. Y ahí también habló el ministro actual de Minas y Energía y él sí que ya están haciendo los estudios porque quieren que Colombia sea un líder en la región en este tema de hidrógeno verde. Hay diferentes tipos de hidrógeno, está el hidrógeno gris, que se hace con gas natural. Está el hidrógeno azul, que se hace también con gas natural, pero las emisiones de gas que se emiten se guardan bajo tierra para que no lleguen hasta la capa de ozono. Entonces es un proceso un poco más limpio y hasta el hidrógeno verde, que ya no se usa gas natural, sino que se usan solamente energías renovables y hacen que el proceso sea totalmente limpio. Y ese y el tema del hidrógeno es muy bueno porque primero ayuda, es una forma de almacenar la energía excedente de las plantas hidroeléctricas, de los parques eólicos y solares que en ciertas horas del día. Por decirte algo, un parque solar a las doce del día produce mucha energía que posiblemente no se vaya a demandar en esa hora. Pues porque es pleno mediodía y pues la gente no va a consumir tanta energía. En ese momento como por las noches. Pero esa energía que es que se produce y que no se consume, se pierde. Y la ventaja del hidrógeno es que permite almacenar esa energía para que cuando se necesite, pues se pueda usar. Entonces es súper interesante porque tiene esa ventaja. También se puede utilizar. O sea, el hidrógeno se utiliza para alimentar la energía de ciudades y para inclusive hacer jets que tengan es el gas de hidrógeno. Que esa es una tecnología que justamente en el foro hablan de ese tema, de los jets que también contaminan en gran medida por sus motores y demás y que no se puede tener un jet eléctrico pues por las condiciones de las baterías en altas alturas. Digamos que da muchas ventajas y sobre todo para esa parte también del sector automotriz. Es súper interesante el tema y realmente está siendo la tendencia en estos países y ya las hojas de ruta que los gobiernos están organizando a 2030, 2040, 2050, todo gira en torno al hidrógeno y ya el tema de los carros eléctricos y demás pasaron a un segundo plano. Y ya se están enfocando en esto porque además el hidrógeno que se hace con agua.

**ANEXO 6: ENCUESTAS A USUARIOS FINALES**

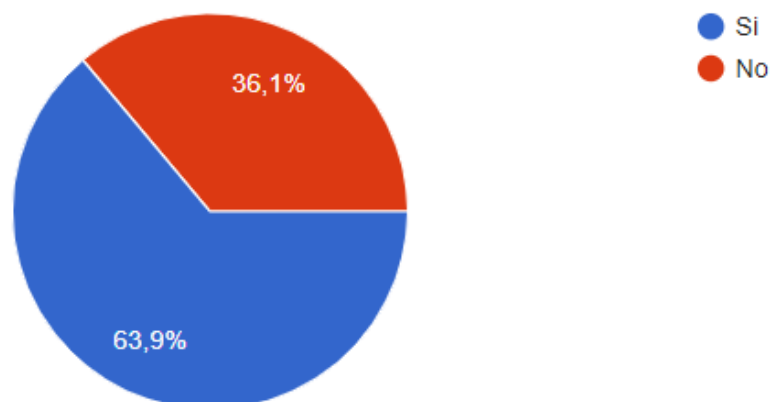
¿Qué estrato socioeconómico eres?

285 respuestas



¿Ha pensado en comprar carro en los últimos 5 años?

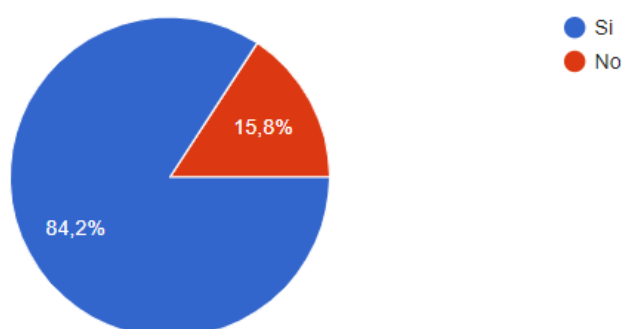
285 respuestas





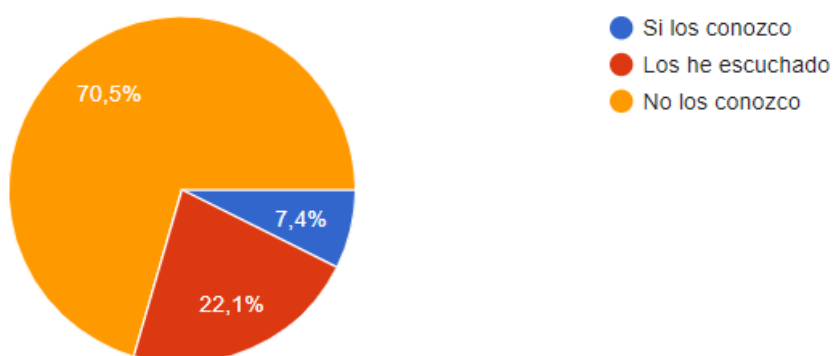
¿Ha pensado o le gustaría comprar en un futuro un vehículo ambientalmente sostenible?

285 respuestas



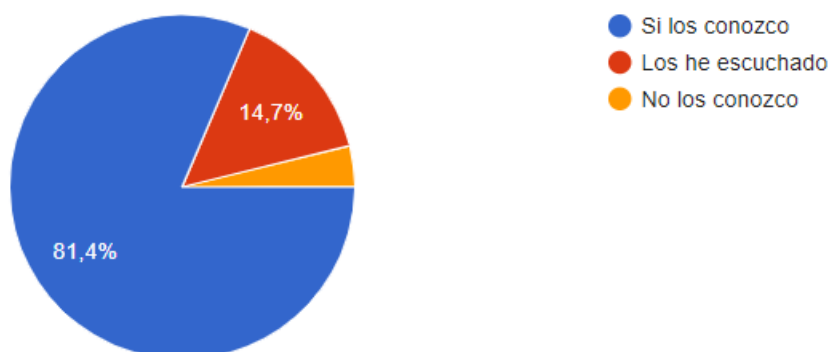
¿Conoce usted los vehiculos con celdas de hidrógeno?

285 respuestas



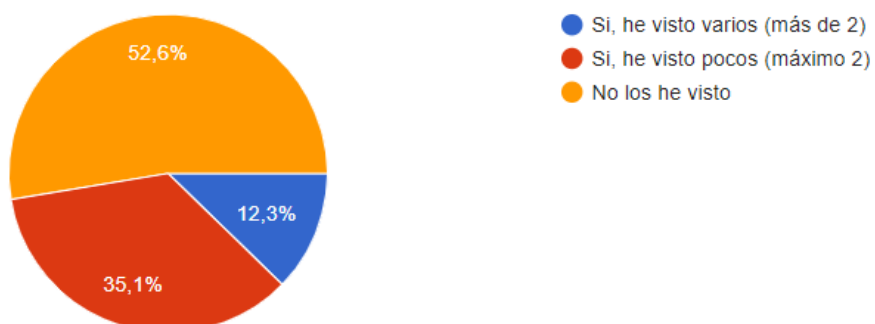
¿Conoce usted los vehículos eléctricos?

285 respuestas



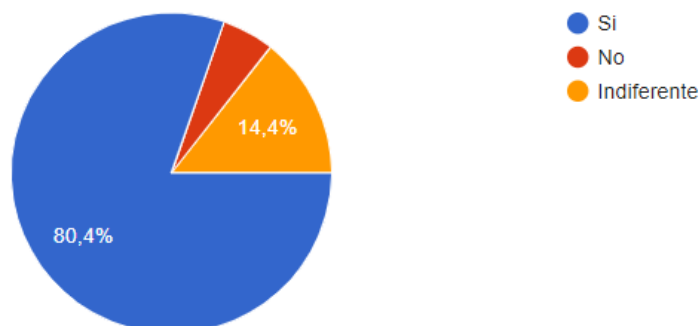
¿Ha visto puntos de recarga para estos vehículos eléctricos en las zonas donde transita?

285 respuestas

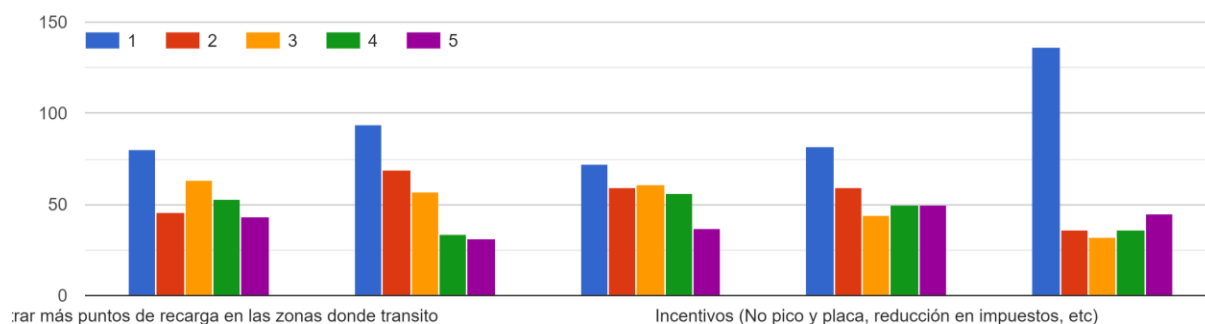


¿Estaría interesado en comprar un carro ambientalmente sostenible si se incrementa la infraestructura y la cantidad de estos puntos de recarga?

285 respuestas



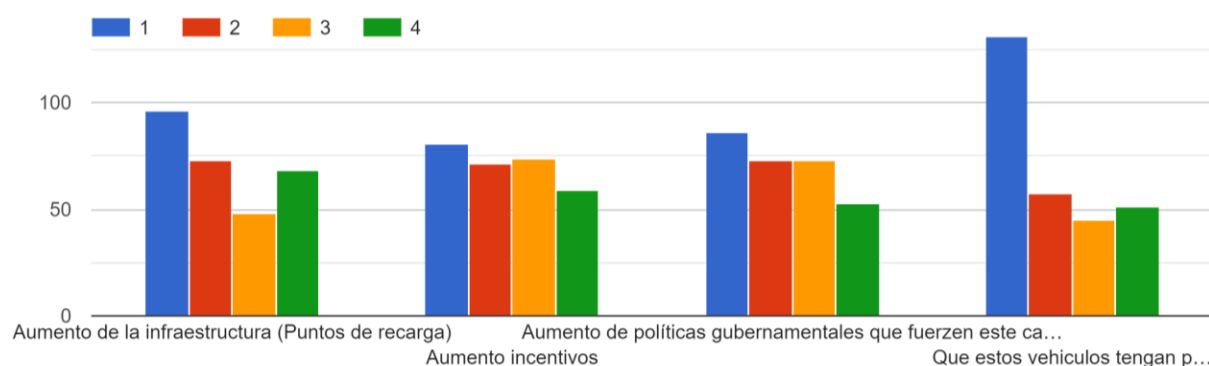
Enumere del 1 al 5, siendo 1 LO MÁS IMPORTANTE y 5 lo menos importante ¿Qué factores lo motivarían a adquirir este tipo de vehículos? (NO PUEDE REPETIR NÚMEROS, es decir, si en el primer enunciado su respuesta es 1 en el segundo no podrá poner esa respuesta) Nota: si esta completando la encuesta desde el celular deslize de derecha a izquierda para ver las 5 opciones de respuesta.



Ranking con Prioridad 1:

1. Ayudar al medio ambiente
2. Que el precio de los vehiculos sea similar a los de gasolina/diesel
3. Incentivos (No pico y placa, reducción impuestos, etc)
4. Encontrar más puntos de recarga en las zonas donde transito
5. Que la autonomía del vehiculo sea igual a los modelos gasolina/diesel

Enumere del 1 al 4, siendo 1 LO MÁS IMPORTANTE y 4 lo menos importante ¿Cuáles considera usted que son los principales retos que hoy en día el Gobierno, empresas del sector energético y empresas del sector automotriz tienen para que exista un aumento en la adopción de estos vehículos sostenibles? (NO PUEDE REPETIR NÚMEROS, es decir, si en el primer enunciado su respuesta es 1 en el segundo no podrá poner esa respuesta) Nota: si esta completando la encuesta desde el celular deslize de derecha a izquierda para ver las 5 opciones de respuesta.



#### Ranking con Prioridad 1:

1. Que estos vehículos tengan precios competitivos frente a los modelos regulares de gasolina/diesel
2. Aumento de la infraestructura (puntos de recarga)
3. Aumento de políticas gubernamentales que fuerzen este cambio
4. Aumento de incentivos